การสกัดสารสำคัญจากใบบัวบกด้วยเทคนิคโอห์มมิค

Ohmic-assisted extraction of *Centella asiatica* bioactives

บัณฑิตา แก้วคำแสน

ปัณณธร สุขสุถาวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OHMIC-ASSISTED EXTRACTION OF *CENTELLA ASIATICA* BIOACTIVES

BUNTITA KEAWKAMSAEN

PUNNATHORN SUKSUTHAWON

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN FOOD ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

สาขาวิศวกรรมอาหาร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การสกัดสารสำคัญจากใบบัวบกด้วยเทคนิคโอห์มมิค

Ohmic-assisted extraction of *Centella asiatica* bioactives

ผู้จัดทำ

1. นางสาวบัณฑิตา แก้วคำแสน 62010507
2. นายปัณณธร สุขสุถาวร 62010552

..... หัวหน้าภาค

(ผศ.ดร.เจษฎา ชัยโฉม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ธีรินทร์ ฉายศิริโชติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ การสกัดสารสำคัญจากใบบัวบกด้วยเทคนิคโอห์มมิค
จัดทำโดย นางสาวบัณฑิตา แก้วคำแสน 62010507
นายปัณณธร สุขสุถาวร 62010552
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ธีรินทร์ ฉายศิริโชติ
ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร
ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของแรงดันไฟฟ้าและความเข้มข้นเอทานอลในการสกัดสารสำคัญจากใบบัวบก รวมถึงศึกษาปริมาณฟีนอลิก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบบัวบก โดยทำการสกัดโดยใช้สารละลายเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่ความเข้มข้นร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟฟ้า 3 ระดับได้แก่ 10, 20 และ 30 โวลต์/เซนติเมตร เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นเอทานอลส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้า แต่แรงดันไฟฟ้าไม่ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าความเข้มข้นเอทานอล และเวลาที่ทำการสกัด ส่งผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สารสกัดโดดยใช้สารละลายเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 82.5 ในสภาวะแรงดันไฟฟ้า 30 โวลต์/เซนติเมตร เป็นเวลา 50 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด เท่ากับ 7.4±0.8 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และยังพบว่าความเข้มข้นเอทานอล และแรงดันไฟฟ้าที่ทำการสกัดส่งผลต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH พบว่าสกัดด้วยสารลายที่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95.0 และแรงดันไฟที่ 10โวลต์/เซนติเมตร เป็นเวลา 60 นาที มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด เท่ากับ 3.0±0.3 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

คำสำคัญ: กระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิค, การสกัด, ใบบัวบก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Ohmic-assisted extraction of *Centella asiatica* bioactives

Students Miss Buntita Keawkamsaen 62010507

Mr. Punnathorn Suksuthaworn 62010522

Advisor Asst. Prof. Dr. Teerin Chysirichote

Thesis for Bachelor's Degree of Food Engineering

Department of Food Engineering Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2022

ABSTRACT

The purpose of this paper is to study the effects of voltage and ethanol concentration on the extraction of phenolic compound from the leaf of *Centella asiatica*, and to study its antioxidant activity The 70.0% 82.5% and 95.0% ethanol were used at a solvent in this study. The ohmic extraction was performed at 10,20 and 30 v/cm for 1 hour, The results revealed that the ethanol concentration significantly affected on the electrical conductivity of the system during applying the current ($p \leq 0.05$), In contrast, the voltage was not a significant factor on the electrical conductivity. The result showed that total phenolic compounds was affected by ethanol concentration and the extraction time. The concentration optimize extraction condition included 82.5% of ethanol 30v/cm of voltage and 50 minutes of extraction time. The highest content of phenolic compounds obtained in this reason was 7.4±0.8 µg/ml. However, the antioxidant activity of the extract was influenced by the ethanol concentration, the applied voltage and their interaction significantly. The results of DPPH analysis showed that the antioxidant of the extract was the highest When extracting using 95.0% ethanol concentration and voltage of 10v/cm, for 60 minutes as 3.0±0.3 µg/ml.

Keywords: Ohmic heating, Extraction, *Centella asiatica*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรินทร์ ฉายศิริโชติ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณวราภรณ์ มาไพศาลทรัพย์ คุณอำนาจ คูตะคุ และคุณบุญนำ ผลโพธิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย อำนวยความสะดวกต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้มีพระคุณทุกท่าน และศิลปินที่ชื่นชอบ สำหรับกำลังใจรวมถึงข้อชี้แนะต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

คณะผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญรูปภาพ VIII
รายการสัญลักษณ์ IX
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2
1.3.1 การศึกษาผลของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดด้วยเทคนิคโอห์มมิคที่ส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญ 2
1.3.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นเอทานอลที่ใช้ในการสกัดด้วยเทคนิคโอห์มมิคส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญ 3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร 4
2.1 ใบบัวบก 4
2.2 สารสำคัญในใบบัวบก 4
2.2.1 สารกลุ่มไตรเทอร์ปีน (Triterpenes) 4
2.2.2 สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) 5
2.3 การให้ความร้อนแบบโอห์มมิค (OHMIC HEATING) 5
2.3.1 หลักการให้ความร้อนแบบวิธีโอห์มมิค 5
2.3.2 ปัจจัยพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความร้อนแบบโอห์มมิค 6
2.4.1 หลักการและทฤษฎีของเครื่อง Spectrophotometer 7
2.4.2 การวิเคราะห์โดยใช้ Spectrophotometer 8
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ 9
3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ 9
3.1.1 วัสดุ 9
3.1.2 อุปกรณ์ 9
3.1.3 เครื่องมือ 10
3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย 11
3.2.1 การออกแบบโอห์มมิคเซลล์สำหรับกระบวนการสกัด 11
3.2.2 การเตรียมใบบัวบก 12
3.2.3 วิธีการสกัดสารสำคัญในใบบักบก (*Centella asiatica*) 12
3.3 การวัดค่าการนำไฟฟ้า 13
3.4 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า 13
3.5 การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี 13
3.5.1 การวัดปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu 13
3.5.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (*Centella asiatica*) ด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Singh และคณะ (2002) 14
3.5.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (*Centella asiatica*) ด้วยวิธี ABTS ดัดแปลงจากวิธีของ Re et al. (1999) 14
3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ 14
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 15
4.1 ผลของไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการสกัดใบบัวบก 15
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสารสกัดใบบัวบก 16
4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu 16
4.2.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (*Centella asiatica*) ด้วยวิธี DPPH .. 17
4.2.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (*Centella asiatica*) ด้วยวิธี ABTS ... 18
4.3 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 21
5.1 ผลของการทดลอง 21
5.2 ข้อเสนอแนะ 21
บรรณานุกรรม 22
ภาคผนวก 24
ภาคผนวก ก 25
ภาคผนวก ก.1 26
ภาคผนวก ก.2 27
ภาคผนวก ก.3 29
ภาคผนวก ก.4 31
ภาคผนวก ข 33
ภาคผนวก ข.1 34
ภาคผนวก ข.2 35
ภาคผนวก ค 113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ผลของกระแสไฟฟ้าของเอทานอลที่ร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟ 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร 15

4.2 ผลของค่าการนำไฟฟ้าของเอทานอลที่ร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟ 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร 16

4.3 ต้นทุนกระบวนการสกัดในทุกแรงดันไฟฟ้า 20

ข.1.1 ปริมาณ TOTAL PHENOLIC COMPOUND 34

ข.1.2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH ASSAY 34

ข.1.3 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS ASSAY 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า
2.1 ลักษณะใบบัวบก....4
2.2 สารสำคัญที่พบในบัวบก....5
2.3 OHMIC HEATING CIRCUIT....6
2.4 อิเล็กตรอนภายในโมเลกุลที่ถูกกระตุ้นเมื่อรับพลังงาน....7
3.1 การดำเนินการวิจัยโดยภาพรวม.... 11
3.2 ต้นแบบโอห์มมิคเซลล์สำหรับกระบวนการสกัด.... 11
3.3 วงจรโอห์มมิคสำหรับกระบวนการสกัด 12
4.1 ภาพคอนทัวร์พล็อตของผลความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้า ต่อสารฟีนอลิกด้วยวิธี FOLIN-CIOCALTEU 17
4.2 ภาพคอนทัวร์พล็อตของผลความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้า ต่อสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH 18
4.3 ภาพคอนทัวร์พล็อตของผลความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้า ต่อสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS 19
ก.4.1 วงจรกระบวนการสกัดพร้อมรายละเอียดเครื่องมือ 31
ก.4.2 ขนาดกล่องโอห์มมิคเซลล์.... 31
ก.4.3 ขนาดชิ้นฝาด้านบนของโอห์มมิคเซลล์ 32
ก.4.4 ขนาดชิ้นฝาด้านข้างโอห์มมิคเซลล์.... 32
ค.1.1 ตู้อบแห้งแบบถาด (TRAY DRY) 114
ค.1.2 เครื่องชั่งแบบ 2 ตำแหน่ง.... 114
ค.1.3 เครื่องชั่งแบบ 4 ตำแหน่ง.... 115
ค.1.4 แหล่งจ่ายไฟ.... 115
ค.1.5 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ.... 116
ค.1.6 แคลมป์มิเตอร์ในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้า.... 116
ค.1.7 การต่อวงจรสำหรับกระบวนการการสกัด 117
ค.1.8 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการสัญลักษณ์

σ	=	ค่าการนำไฟฟ้าของอาหารเหลว (ซีเมนต่อเมตร, S/m)
I	=	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (แอมแปร์, Amp)
V	=	ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์, Volt)
L	=	ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด (เมตร, m)
A	=	พื้นที่หน้าตัดของขั้วอิเล็กโทรด (ตารางเมตร, m^2)
P	=	กำลังไฟฟ้า (วัตต์, Watt)
Ac	=	ค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม
As	=	ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ความกังวลที่มีเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม ผลักดันให้เกิดความต้องการความยั่งยืนสำหรับเทคโนโลยีการประมวลผล เพื่อประสิทธิภาพกระบวนการสูงสุด เพื่อลดการสูญเสียและการเกิดของเสียตลอดกระบวนการผลิต โดยมีอาหาร 1.3 พันล้านตันเป็นขยะหรือสูญเสียในแต่ละปีทั่วโลก (FAO, 2019) จึงมีการพัฒนาการกระบวนการใหม่มากขึ้น โดยมุ่งเน้นการป้อนพลังงานต่ำ ลดการใช้สารเคมีและตัวทำละลายอินทรีย์

การสกัดสารสำคัญมีหลายวิธี เช่น วิธีการหมัก (maceration) การสกัดแบบต่อเนื่องโดยใช้ความร้อน (soxhlet extraction) การสกัดของเหลวด้วยของเหลว (liquid-liquid extraction) เป็นต้น ซึ่งในแต่ละวิธีการสกัดนั้นจะมีข้อดี ข้อเสีย รวมถึงวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น วิธีการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายสกัด (Solvent extraction) ข้อเสียของการสกัดด้วยตัวทำละลายคือ อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาแพงกว่าวิธีการสกัดวิธีอื่น และต้องใช้ตัวทำละลายที่ไวไฟหรือเป็นพิษ การสกัดด้วยเครื่องซอคเลต (Soxhlet extraction) มีการใช้ตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำ ทำให้เกิดตัวทำละลายที่มีความร้อน ระเหยกลั่นตัวผ่านตัวอย่าง ซึ่งความร้อนที่ใช้ในการสกัดอาจทำให้สารเคมีบางชนิดในพืชสลายตัว การสกัดด้วยการกลั่น (Distillation extraction) การสกัดวิธีนี้มักใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยความร้อนจะค่อย ๆ ทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอ ปนมากับน้ำร้อนหรือไอน้ำ ข้อเสียของการสกัดวิธีนี้คือ ค่อนข้างจะยุ่งยากกว่าวิธีการสกัดด้วยตัวทำลาย เพราะต้องมีเครื่องมือเฉพาะในการสกัด (พิมพ์เพ็ญและนิธิยา, 2555; อนันต์อินดัสทรี, 2563)

เครื่องทำความร้อนแบบโอห์มมิค (Ohmic heating, OH) ได้รับความสนใจอย่างมากสำหรับการแปรรูปอาหารและในกระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเทคโนโลยีโอห์มมิคยังเป็นเทคโนโลยีที่สะอาดต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานโดยรวมของกระบวนการหรือลดการใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถหมุนเวียนได้ แต่สามารถลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์ได้ (Pereira & Vicente, 2010) โดยการให้ความร้อนแบบโอห์มมิคเป็นเทคโนโลยีการให้ความร้อนทางเลือกที่สามารถให้ความร้อนที่สม่ำเสมอ รวดเร็ว มีการออกแบบที่กะทัดรัด และให้ความร้อนน้อยที่สุดกับบริเวณโดยรอบผลิตภัณฑ์ (Somavat, 2011) เทคโนโลยีโอห์มมิคจะขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานไฟฟ้าของอาหาร ความร้อนจะเกิดขึ้นเมื่อกระแสไฟฟ้าสลับผ่านอาหาร ส่งผลให้เกิดความร้อนภายในตัวเนื้ออาหาร (Pereira & Vicente, 2010) ยิ่งไปกว่านั้น สนามไฟฟ้าที่ใช้ระหว่างการให้ความร้อนแบบโอห์มมิคยังกระตุ้นให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดปฏิกิริยาอิเล็กโตรโพเรชัน (Electroporation) ซึ่งเพิ่มอัตราการสกัดและลดอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้วและเอนทัลปีของอาหาร เป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้เทคโนโลยีนี้แตกต่างจากวิธีการให้ความร้อนด้วยไฟฟ้าอื่นๆ คือการมีอยู่ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กโทรดที่สัมผัสกับเมทริกซ์อาหาร การใช้ความถี่ที่ไม่จำกัด และประเภทของรูปคลื่น (โดยทั่วไปคือรูปคลื่นไซน์; Vicente & Castro, 2007) ซึ่งจะเหมาะอย่างมากในการแปรรูปอาหารที่มีความหนืด อาหารเหลว และอาหารที่มีอนุภาค

เทคโนโลยีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิคมีข้อได้เปรียบมากมายเมื่อเทียบกับวิธีการให้ความร้อนทั่วไป สามารถถึงอุณหภูมิของกระบวนการได้อย่างรวดเร็ว สำหรับกระบวนการที่ต้องการ "อุณหภูมิสูงในเวลาสั้น" การประมวลผลจะเกิดอย่างต่อเนื่องไม่มีพื้นผิวถ่ายเทความร้อน การไม่มีปัญหากับผิวที่ความร้อนสูงเกินไป มีสูญเสียความร้อนต่ำ การรักษาสีและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ไม่มีการถ่ายเทความร้อนหลงเหลือหลังจากปิดกระแสไฟ ทำให้ส่งผลดีต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของอาหาร และค่าบำรุงรักษาต่ำ (Dinkar et al ,2023) เหตุผลเหล่านี้ทำให้เทคโนโลยีการให้ความร้อนแบบโอห์มมิคจึงประสบความสำเร็จในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร เช่น ในกรณีของการลวกหรือการทำให้เสถียรทางความร้อนของวัสดุชีวภาพ

ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาการสกัดสารสำคัญจากบัวบกด้วยเทคนิคโอห์มมิคเพื่อศึกษาปริมาณสารสำคัญในบัวบก ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสำคัญจากใบบัวบก

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาผลของแรงดันไฟฟ้าในการสกัดสารสำคัญจากใบบัวบกด้วยเทคนิคการให้ความร้อนแบบโอห์มมิค

1.2.2 ศึกษาผลของความเข้มข้นเอทานอลในการสกัดสารสำคัญจากใบบัวบกด้วยเทคนิคการให้ความร้อนแบบโอห์มมิค

1.2.3 ศึกษาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบบัวบก

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 การศึกษาผลของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการสกัดด้วยเทคนิคโอห์มมิคที่ส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญ

ตัวแปรต้น: แรงดันไฟฟ้า 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร

ตัวแปรตาม: ปริมาณสารสกัดที่ได้จากใบบัวบก

ตัวแปรควบคุม: ปริมาณใบบัวบก, อุณหภูมิ, พื้นที่หน้าตัดแผ่นอิเล็กโทรด , ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด, ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC), เวลาที่ใช้ในการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 การศึกษาผลของความเข้มข้นเอทานอลที่ใช้ในการสกัด แบบโอห์มมิคส่งผลต่อปริมาณสารสำคัญ

ตัวแปรต้น: ความเข้มข้นเอทานอลร้อยละ 70.0±2, 82.5±2 และ 95.0±2 โดยปริมาตรต่อปริมาตร

ตัวแปรตาม: ปริมาณสารสกัดที่ได้จากใบบัวบก

ตัวแปรควบคุม: ปริมาณใบบัวบก, อุณหภูมิ, พื้นที่หน้าตัดแผ่นอิเล็กโทรด, ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด, ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC), เวลาที่ใช้ในการสกัด

1.4 ผลที่ควาดว่าจะได้รับ

ทราบแรงดันไฟฟ้าและความเข้มข้นเอทานอลที่เหมาะกับการสกัดสารสำคัญใบบัวบกด้วยเทคนิคโอห์มมิค รวมถึงทราบฟินอลิกจากสารสกัดใบบัวบก และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดใบบัวบกที่สกัดด้วยเทคนิคโอห์มมิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

2.1 ใบบัวบก

บัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb. ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Apiaceae บัวบกเป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในเขตร้อน ได้แก่ ทวีปเอเชีย ทวีปแอฟริกา ทวีปอเมริกา และตามหมู่เกาะต่าง ๆ ในมหาสมุทรแปซิฟิก บัวบกเป็นพืชล้มลุก อายุยืน ประเภทเลื้อยลำต้นไหลไปตามดิน แตกรากและใบตามข้อ ใบเดี่ยวงอกเป็นกระจุกที่ข้อ ลักษณะคล้ายรูปไต ขอบใบหยัก ฐานใบโค้งเว้า กว้างประมาณ 2-4 เซนติเมตร มีขนเล็กน้อย มีสีเขียวสดถึงอ่อน มีก้านใบยาว ดอกออกเป็นช่อคล้ายร่ม ช่อหนึ่งมี 3-4 ดอก นอกจากบัวบกมีสรรพคุณรักษาอาการทางผิวหนังแล้ว ยังมีฤทธิ์อีกหลายประการ เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง ฤทธิ์แก้ปวด ลดการอักเสบ (ธนภัทร ทรงศักดิ์, 2562; พันไมล์ ชัยเศวตสิริกุล, 2564)



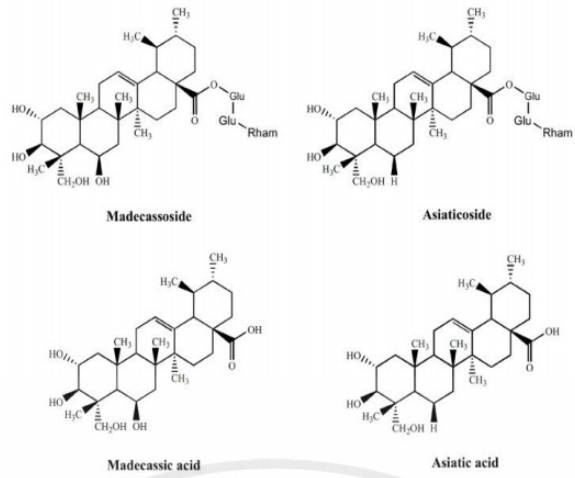
รูปที่ 2.1 ลักษณะใบบัวบก
ที่มา: https://www.brighttv.co.th/health/centella-asiatica

2.2 สารสำคัญในใบบัวบก

2.2.1 สารกลุ่มไตรเทอร์ปีน (Triterpenes)

สารกลุ่มไตรเทอร์ปีนเป็นสาระสำคัญหลักที่พบได้ในใบบัวบก โดยสารสำคัญที่พบ คือ Madecassic acid, Asiatic acid และกลุ่ม Triterpenoid glycoside คือ Madecassoside และ Asiaticoside โดยพบว่าสารไกลโคไซด์เหล่านี้ยังช่วยเร่งการสร้างสารคอลลาเจน (Collagen) ที่เป็นโครงสร้างของผิวหนัง เป็นสารที่มีฤทธิ์ในการสมานแผลทำให้แผลหายเร็ว ใช้รักษาโรคผิวหนัง แก้น้ำร้อนลวกได้ อีกทั้งยังมีรายงานว่าใบบัวบกมีประโยชน์ทางการแพทย์มากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 สารสำคัญที่พบในบัวบก
ที่มา: ธนภัทร ทรงศักดิ์ (2562)

2.2.2 สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids)

สารฟลาโวนอยด์เป็นส่วนประกอบหลักของสารประกอบจำพวกฟีนอลิก (Phenolic) บางชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหรือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Antioxidation) หลักที่สามารถพบได้ในใบบัวบก โดยฟลาโวนอยด์เป็นสารที่ทราบกันอย่างดีในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งส่งผลในการลดความเสื่อมของเซลล์อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้

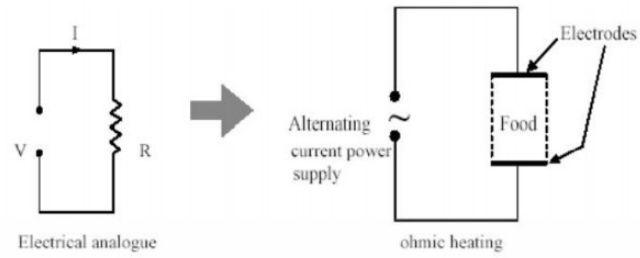
2.3 การให้ความร้อนแบบโอห์มมิค (Ohmic heating)

2.3.1 หลักการให้ความร้อนแบบวิธีโอห์มมิค

การให้ความร้อนแบบโอห์มมิค (ohmic heating) เป็นวิธีการสร้างความร้อนจากภายในตัวอาหาร ซึ่งเป็นผลจากการปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าสู่อาหาร และเกิดการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้า ในอาหารจนเกิดเป็นความร้อนที่อัตราความร้อนสูง โดยชนิดของอาหารที่เหมาะสมกับการเกิดความร้อนแบบโอห์มมิคนั้น ควรเป็นอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้าที่สูง (อรรถพลและฤทธิชัย, 2551) และค่าการนำไฟฟ้าของอาหารมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของระบบมีแนวโน้มที่สูงขึ้นเป็นผลจากปริมาณการไหลผ่านของกระไฟฟ้าที่ไหลผ่านในอาหารได้มากขึ้น (Sarang, S. et al., 2008) นอกจากสมบัติการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ของอาหารที่มีผลต่อการเร่งอัตราการเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิคแล้วปริมาณเกลือและความเข้มข้นของอาหารก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิค เนื่องจากปริมาณเกลือจะเป็น ตัวกระตุ้นทำให้เกิดการแตกประจุไอออนของอาหารซึ่งช่วยเสริมความสามารถในการนำไฟฟ้าในอาหารได้เป็นอย่างดี และผลของความเข้มข้นจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการไหลของกระแสไฟฟ้า โดยอาหารที่ความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเกลือมากจะเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิคในอัตราที่สูงกว่าอาหารที่ความเข้มข้นของเกลือต่ำ (Assawarachan, R., 2010)



รูปที่ 2.3 ohmic heating circuit
ที่มา: ฤทธิชัย อัศวราชันย์, 2555

โอห์มมิคเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในตัวอย่างอาหารที่มีสมบัติการนำไฟฟ้าผลของการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในอาหารจะเกิดเป็นพลังงานความร้อนขึ้นภายในเนื้ออาหาร เนื่องจากในขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดการเคลื่อนที่ของไอออนและเสียดสีกันระหว่างชั้นโมเลกุลในอาหารเกิดเป็นพลังงานความร้อน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการต้านทานการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน การเกิดความร้อนแบบโอห์มมิคจะเกิดขึ้นได้ดีและเหมาะสมกับอาหารเหลวที่เป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneous liquid food) และมีค่าการนำไฟฟ้าที่สูง (high electrical conductivity) เนื่องจากอาหารเหลวจะสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาตรตามลักษณะภาชนะที่บรรจุได้จึงทำให้สามารถสัมผัสขั้วอิเล็กโทรดได้สนิทพอดีซึ่งมีส่วนช่วยให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลเข้าสู่อาหารได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นการประยุกต์การเกิดความร้อนแบบโอห์มมิคในการแปรรูปอาหารจึงช่วยลดการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการและทางประสาทสัมผัสของอาหารจากผลของการได้รับความร้อนเป็นเวลานาน (อรรถพลและฤทธิชัย, 2551) การศึกษาเพื่อพัฒนาการให้ความร้อน แบบโอห์มมิคใช้ในระดับอุตสาหกรรมนั้นจะต้องพิจารณาถึงปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่ออัตราการเพิ่มอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มมิค เช่น ค่าการนำไฟฟ้า ความเข้มข้นของอาหาร และความเข้มของสนามไฟฟ้า

2.3.2 ปัจจัยพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความร้อนแบบโอห์มมิค

การเกิดความร้อนแบบโอห์มมิคอัตราการเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิคจะขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอาหาร ซึ่งปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านจะแปรผันตรงกับคุณสมบัติค่าการนำไฟฟ้าของอาหาร ดังนั้นอาหารที่มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่สูง เช่น อาหารที่มีความเป็นกรดสูง (acid food) และอาหารที่มีส่วนประกอบของเกลือคลอไรด์ ซึ่งอาหารที่มีความสามารถในการแตกตัวของประจุไอออนได้ดีจึงสามารถเกิดความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิคได้ดีแต่ในอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำ (low acid food) เช่น นม หรืออาหารที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก อาหารประเภทดังกล่าวมีการแตกตัวของไอออนต่ำจึงเกิดความร้อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีโอห์มมิคได้ไม่ดี การนำไฟฟ้าของอาหารเป็นปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบ และควบคุมการเกิดความร้อนแบบโอห์มมิคอาหารแต่ละชนิด มีคุณสมบัติการนำไฟฟ้าที่แตกต่างกัน (ฤทธิชัย อัศวราชันย์ และคณะ, 2554) ค่าการนำไฟฟ้าของอาหารเป็นปัจจัยหลัก (critical parameter) ต่ออัตราการเพิ่มอุณหภูมิในอาหารด้วยการให้ความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิค ดังนั้นจึงมีนักวิจัยหลายกลุ่มได้พัฒนาอุปกรณ์และวิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าของทั้งอาหารเหลวและชิ้นอาหารอาศัยหลักการและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในตัวอาหารและความเข้มของกระแสไฟฟ้าตามกฎของโอห์มโดยใช้สมการพื้นฐานในการคำนวณค่าการนำไฟฟ้าของอาหารในระหว่างการให้ความร้อนด้วยวิธีโอห์มมิค ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ตามสมการ 2.1

$$\sigma = \frac{I}{V}\frac{L}{A} \tag{2.1}$$

เมื่อ **σ** คือ ค่าการนำไฟฟ้าของอาหารเหลว (ซีเมนต่อเมตร, S/m)

I คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (แอมแปร์, Amp)

V คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์, Volt)

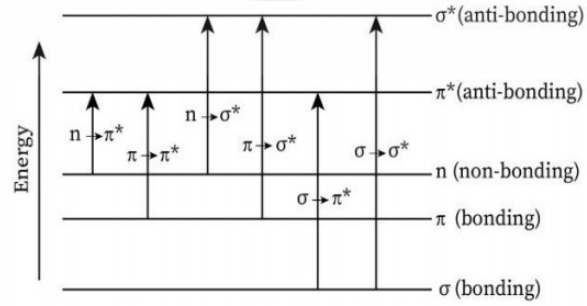
L คือ ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด (เมตร, m)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของขั้วอิเล็กโทรด (ตารางเมตร, m^2)

2.4 Spectrophotometer (เบญจา ชุตินทราศรี, 2551)

2.4.1 หลักการและทฤษฎีของเครื่อง Spectrophotometer

การวิเคราะห์โดยใช้ Spectrophotometer จะอาศัยหลักการพื้นฐาน คือเมื่อโมเลกุลได้รับพลังงานคลื่นแสงในช่วง UV-Visible อิเล็กตรอนที่อยู่ภายในโมเลกุลจะถูกกระตุ้นให้มีระดับพลังงานที่สูงขึ้นดังภาพที่ 2.4 ระดับพลังงานเมื่ออิเล็กตรอนที่อยู่ภายในโมเลกุลถูกกระตุ้นเมื่อได้รับพลังงานคลื่นแสงในช่วง UV-Visible



รูปที่ 2.4 อิเล็กตรอนภายในโมเลกุลที่ถูกกระตุ้นเมื่อรับพลังงาน

ที่มา www.bartleby.com/subject/science/electronic-transitions-and-spectroscopy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การวิเคราะห์โดยใช้ Spectrophotometer

สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณโดย ความยาวคลื่นของแสงที่ถูกดูดกลืนจะสามารถใช้ในการระบุชนิดของสาร ในขณะที่ปริมาณการดูดกลืนแสงจะใช้ในการบอกปริมาณของสารที่นำมาวิเคราะห์ โดยการหาปริมาณของสารจะอาศัย Beer's law

$$A = \varepsilon bc \tag{2.2}$$

โดยที่ A คือ ค่าการดูดกลืนแสง

ε คือ molar absorptivity ($L.mol^{-1}.cm^{-1}$)

b คือ path length

c คือ ความเข้มข้นของสารที่นำมาวิเคราะห์ ($mol.L^{-1}$)

ในการหาปริมาณของสารจะสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์และค่าการดูดกลืนแสง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันการให้ความร้อนแบบโอห์มมิคถูกนำไปใช้ในการแปรรูปด้วยความร้อนสำหรับอาหารเนื้อเดียว (Assawarachan, 2005) ตลอดจนการนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปในลักษณะต่าง ๆ เช่น

การสกัดแอนโทไซยานินจากรำข้าวสีนิลโดยใช้ความร้อนแบบโอห์มมิคช่วยเพื่อเตรียมสีผสมอาหารตามธรรมชาติ (Loypimai, P. และคณะ, 2015)

การให้ความร้อนแบบโอห์มมิคสำหรับการแปรรูปเครื่องดื่มเวย์ รสราสเบอร์รี่ (Ferreira, M. และคณะ , 2019)

การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากผลพลอยได้จากมะเขือเทศโดยใช้เทคโนโลยีโอห์มมิค (Coelho, M., 2019)

การให้ความร้อนแบบโอห์มมิคในนมปรุงแต่งรสวานิลลาโปรตีนสูง: คุณภาพ,ปัจจัยการประมวลผลและฤทธิ์ทางชีวภาพ (Rocha, R. และคณะ, 2022)

การประยุกต์ใช้การให้ความร้อนแบบโอห์มมิคสำหรับการสกัดอินนูลินจากการบดแบบเปียก และผงบดแห้งของหัวแก่นตะวัน (Helianthus tuberosus L.) (Termrittikul, P. และคณะ, 2018)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

3.1.1 วัสดุ

3.1.1.1 น้ำกลั่น

3.1.1.2 เอทานอล (Ethanol, C_2H_6O)

3.1.1.3 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-aldrich, Belgium)

3.1.1.4 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) (Sigma-aldrich, Belgium)

3.1.1.5 โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride,NaCl) (Ajax Finechem, Australia)

3.1.1.6 Folin-Ciocalteu phenol reagent (Sigma-aldrich, Belgium)

3.1.1.7 Sodium carbonate anhydrous (Na_2CO_3) (KemAus, Australia)

3.1.1.8 Potassium persulfate $K_2S_2O_8$ (Panreac, Spain)

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.2.1 กล่องอะคลิลิค

3.1.2.2 แผ่นอิเล็กโทรดไทเทเนียม

3.1.2.3 กระบอกตวง

3.1.2.4 บีกเกอร์

3.1.2.5 ที่จับบิวเรตต์

3.1.2.6 ขวดฉีดน้ำกลั่น

3.1.2.7 ช้อนคนสาร

3.1.2.8 ช้อนตักสาร

3.1.2.9 กรวยกรองสาร

3.1.2.10 ไซริงค์

3.1.2.11 หลอดทดลอง

3.1.2.12 ตะแกรงร่อน mesh 50

3.1.2.13 ขวดสีชา

3.1.2.14 มีด

3.1.2.15 เขียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.16 กะละมัง

3.1.2.17 ถุงมือยาง

3.1.2.18 กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

3.1.2.19 ถุงซิปล็อก

3.1.2.20 ปิเปตทิป 1 มิลลิลิตร

3.1.2.21 อลูมิเนียมฟอยล์

3.1.2.22 ไมโครทิวป์

3.1.2.23 คิวเวทท์

3.1.2.24 หลอดทดลอง

3.1.3 เครื่องมือ

3.1.3.1 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง (SHIMADZU UX3200G, Japan)

3.1.3.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง (SHIMADZU ATX224, Japan)

3.1.3.3 ไมโครปิเปต

3.1.3.4 เครื่องจ่ายไฟ

3.1.3.5 แคลมป์มิเตอร์ (Clamp meter) (PROSKIT MT-3102, Taiwan)

3.1.3.6 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Thermo Scientific GENESYS 10S UV-Vis, Singapore)

3.1.3.7 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dry)

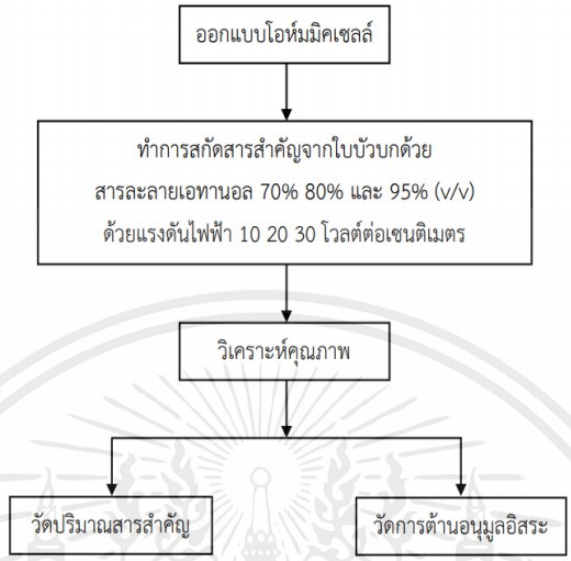
3.1.3.8 เครื่องปั่น

3.1.3.9 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (XH-W3001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

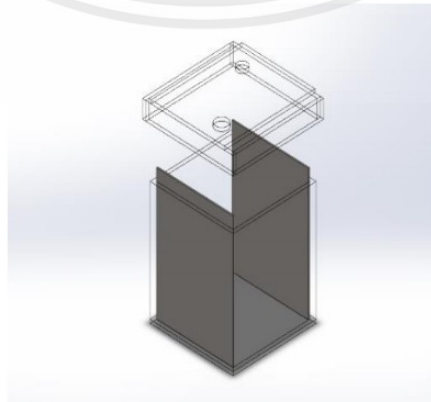
โดยการดำเนินงานวิจัยโดยภาพรวมเป็นไปดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การดำเนินการวิจัยโดยภาพรวม

3.2.1 การออกแบบโอห์มมิคเซลล์สำหรับกระบวนการสกัด

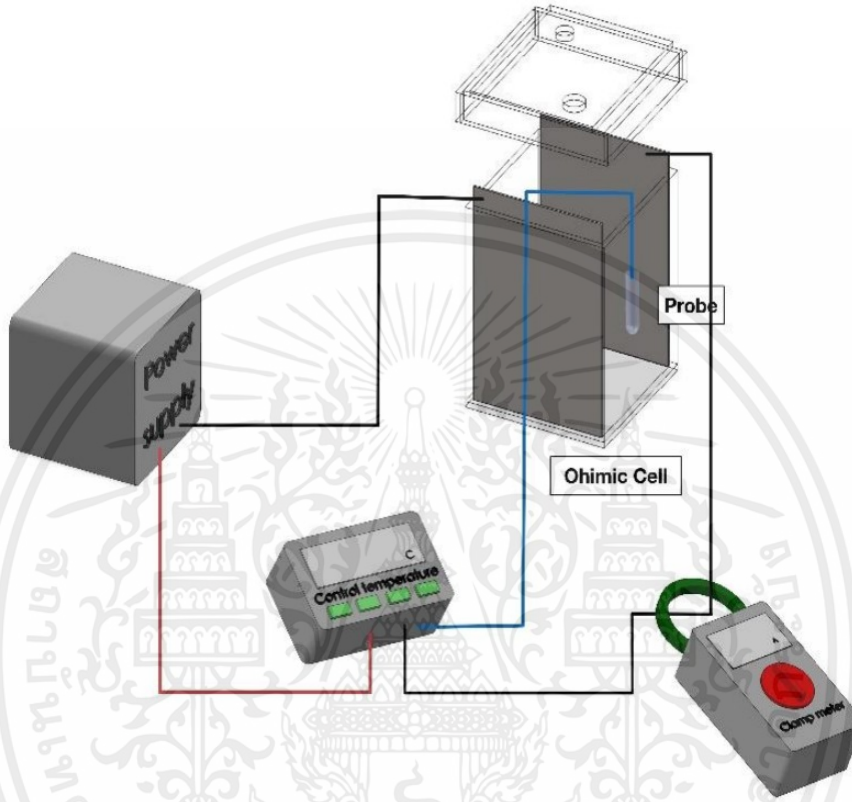
ทำการออกแบบโอห์มมิคเซลล์ด้วยโปรแกรม Solid work โดยให้ กล่องมีความกว้าง 7.6 เซนติเมตร ความสูง 10 เซนติเมตร โดยใช้อะคลิลิคความหนา 3 มิลลิเมตร ฝาปิดมีความกว้าง 8.3 เซนติเมตร ความสูง 1.5 เซนติเมตร แผ่นฝาด้านบนมีความกว้าง 6.7 เซนติเมตร ความยาว 8.3 เซนติเมตร และมีรูขนาเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 2 รู เพื่อในใช้การสำหรับวัดอุณหภูมิและดึงสารสกัด โดยใช้อะคลิลิคความหนา 3 มิลลิเมตร แผ่นอิเล็กโทรดไททาเนียมมีความกว้าง 7 เซนติเมตร ความสูง 12 เซนติเมตร มีความหนา 0.1 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.2 ต้นแบบโอห์มมิคเซลล์สำหรับกระบวนการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการสกัดแบบโอห์มมิคประกอบด้วย ระบบจ่ายไฟ (Variable Transformer) อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (XH-W3001) แคลมป์มิเตอร์ (PROSKIT MT-3102) และโอห์มมิคเซลล์ วงจรโอห์มมิคสำหรับกระบวนการสกัดแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรโอห์มมิคสำหรับกระบวนการสกัด

3.2.2 การเตรียมใบบัวบก

นำใบบัวบกตัดเฉพาะส่วนใบ นำมาทำความสะอาดด้วยน้ำ 2 ครั้ง แล้วทำการอบแห้งด้วยตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dry) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง 30 นาที แล้วจึงนำมาทำการบดด้วยการปั่น แล้วร่อนผ่านตระแกรงที่ Mesh 50 ทำการเก็บในถุงซิปล็อค

3.2.3 วิธีการสกัดสารสำคัญในบักบก (Centella asiatica)

ทำการชั่งใบบัวบกบดละเอียด 10 กรัม และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 2.5 กรัม ทำการใส่ลงในสารละลายเอทานอล 200 มิลลิลิตร ที่บรรจุในโอห์มมิคเซลล์ แล้วทำการให้ความร้อนด้วยเครื่อง Ohmic heating โดยกำหนดตัวแปรควบคุมเป็นอุณหภูมิ, พื้นที่หน้าตัดแผ่นอิเล็กโทรด, ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด ทำการสกัดโดยการจ่ายไฟในช่วงอุณหภูมิ 70±1 องศาเซลเซียส ทำการสกัดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง และทำการเก็บตัวอย่างสารสกัด ทุก ๆ 10 นาที ตลอดกระบวนการสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การวัดค่าการนำไฟฟ้า

การวัดค่าการนำไฟฟ้า ทำโดยการวัดกระแสระหว่างการทดลองทุก ๆ 10 วินาที ด้วยแคลมป์มิเตอร์ที่คล้องเข้ากับระบบโอห์มมิค แล้วนำมาคำนวณโดยใช้สมการ 3.1

$$\sigma = \frac{I}{V}\frac{L}{A} \tag{3.1}$$

เมื่อ **σ** คือ ค่าการนำไฟฟ้าของอาหารเหลว (ซีเมนต่อเมตร, S/m)

I คือ ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน (แอมแปร์, Amp)

V คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์, Volt)

L คือ ระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรด (เมตร, m)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของขั้วอิเล็กโทรด (ตารางเมตร, m^2)

3.4 การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า โดยทำการวัดค่ากระแส (I) ระหว่างการทดลองทุก ๆ 10 วินาที ด้วยแคลมป์มิเตอร์ที่คล้องเข้ากับระบบโอห์มมิค แล้วนำมาคำนวณโดยใช้สมการ 3.2

กำลังไฟฟ้า P (วัตต์) = IV (3.2)

3.5 วิเคราะห์ลักษณะทางเคมี

3.5.1 การวัดปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu

โดยทำการปิเปตสารสกัดใบบัวบกที่ได้ 20 ไมโครลิตร ถ้าสารละลายข่นให้นำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาทำการวิเคราะห์ มาเติมสารละลาย 10% (โดยปริมาตรต่อปริมาตร) Folin-Ciocalteu Reagent ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 7.5% Na_2CO_3 (โดยน้ำหนักต่อปริมาตร) ในน้ำกลั่น ปริมาตร 80 ไมโครลิตร เขย่าให้สารละลายผสมกัน และตั้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที เมื่อเกิดปฏิกิริยาสารละลายจะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงิน แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร (A_{765}) ด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้ Trolox เป็นสารมาตรฐาน ในช่วง 100–1000 ไมโครกรัม/มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (Centella asiatica) ด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Singh และคณะ (2002)

โดยทำการปิเปตสารสกัดใบบัวบกที่ได้ 0.1 มิลลิลิตร ถ้าสารละลายข่นให้นำไปปั่นเหวี่ยงและนำส่วนใสมาทำการวิเคราะห์ นำลงในหลอดทดลองเติมสารละลาย DPPH เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2.9 มิลลิลิตร เขย่าผสมสารละลายให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ของสารตัวอย่าง (As) มาคำนวณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH โดยเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของหลอดควบคุม (Ac) โดยค่าร้อยละการยับยั้ง คำนวณได้จากสมการ 3.3

$$\%\ inhibition\ =\ [(Ac - As)\ \div\ Ac]\ x\ 100 \qquad (3.3)$$

โดยมี Trolox เป็นสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน (positive control) ใช้ Trolox ที่ความเข้มข้น 31.25, 62.5, 125, 250 และ 500 µg/ml เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

3.5.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (Centella asiatica) ด้วยวิธี ABTS ดัดแปลงจากวิธีของ Re et al. (1999)

โดยผสมสารละลาย ABTS เข้มข้น 7 มิลลิโมลาร์และสารละลายโพแทสเซียม เพอร์ซัลเฟตเข้มข้น 2.45 มิลลิโมลาร์ ใน อัตราส่วน 2 ต่อ 1 ทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 14-16 ชั่วโมง ก่อนการใช้งาน ทำการเจือจาง ABTS stock solution ด้วยน้ำกลั่น วัดค่าดูดกลืนแสงของสารด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร ให้ได้ค่าในช่วง 0.700±0.002 จากนั้นผสม ABTS ปริมาตร 2.4 มิลลิลิตร กับสารละลายบัวบก 0.6 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 6 นาทีแล้วนำไปวัดค่าดูดกลืนแสง โดยใช้ Trolox เป็นสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน (positive control) และคำนวณหาร้อยละการยับยั้งด้วยสมการ (3.3) เช่นเดียวกับวิธี DPPH

3.6 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ Minitab Statistical Software ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลของไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการสกัดใบบัวบก

จากตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยกระแสไฟที่ความเข้มข้นเอทานอลร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟฟ้า 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร โดยความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้าไม่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าที่ความเข้มข้นเอทานอลร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟฟ้า 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร โดยความเข้มข้นเอทานอลส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถติ ($p \leq 0.05$) แต่แรงดันไฟฟ้าไม่ส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.1 ผลของกระแสไฟฟ้าของเอทานอลที่ร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟ 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร

ความเข้มข้นเอทานอล	แรงดันไฟ	กระแสไฟเฉลี่ย
70.0%	แรงดันไฟ 10 v/cm	2.1
	แรงดันไฟ 20 v/cm	4.0
	แรงดันไฟ 30 v/cm	4.6
82.5%	แรงดันไฟ 10 v/cm	1.0
	แรงดันไฟ 20 v/cm	2.2
	แรงดันไฟ 30 v/cm	4.0
95.0%	แรงดันไฟ 10 v/cm	0.3
	แรงดันไฟ 20 v/cm	0.5
	แรงดันไฟ 30 v/cm	1.0

$^{N/A}$ แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลของค่าการนำไฟฟ้าของเอทานอลที่ร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟ 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร

ความเข้มข้นเอทานอล	แรงดันไฟ	ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ย
70.0%	แรงดันไฟ 10 v/cm	3.7^{a}
	แรงดันไฟ 20 v/cm	3.5^{a}
	แรงดันไฟ 30 v/cm	2.7^{a}
82.5%	แรงดันไฟ 10 v/cm	1.7^{b}
	แรงดันไฟ 20 v/cm	2.4^{b}
	แรงดันไฟ 30 v/cm	2.3^{b}
95.0%	แรงดันไฟ 10 v/cm	0.5^{c}
	แรงดันไฟ 20 v/cm	0.5^{c}
	แรงดันไฟ 30 v/cm	0.6^{c}

อักษรที่แตกต่างกัน ^{a,b,c} แสดงถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

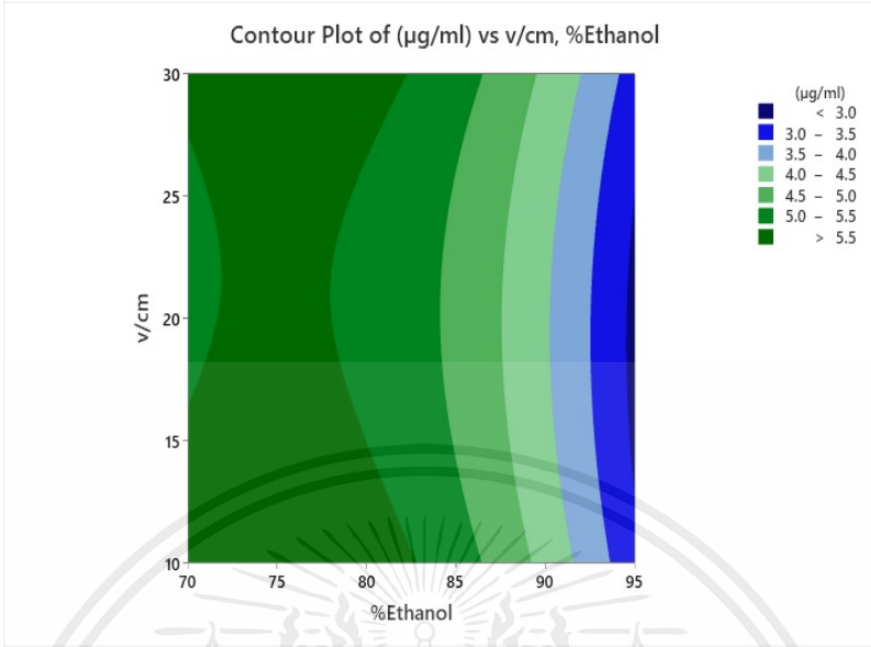
$^{N/A}$ แสดงถึง ความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลของวิเคราะห์คุณภาพสารสกัดใบบัวบก

4.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าความเข้มข้นเอทานอล และเวลาที่ทำการสกัดมีปฏิสัมพันธ์ต่อสารประกอบฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดที่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 82.5 แรงดันไฟที่ 30 v/cm ที่เวลา 50 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด มีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด เท่ากับ 7.4±0.8 µg/ml แต่แรงดันไฟฟ้าอื่นที่ความเข้มข้นเอทานอลเดียวกันมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกส่วนใหญ่เป็นสารที่มีสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic components) จึงละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้ว (ภาสกร, 2550) ดังนั้นการเลือกใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วอย่างน้ำและสารละลายเอทานอลจึงช่วยให้สารประกอบฟีนอลิกละลายอยู่ในสารสกัดได้มาก ซึ่งการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด คำนวณได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox สมการของกราฟ คือ $y = 0.092x + 0.072$, $R^2 = 0.9921$ โดยจากการทดลองพบอีกว่าหากความเข้มข้นเอทานอลเพิ่มขึ้น ในระดับแรงดันไฟเดียวกันจะมีปริมาณสารฟีนอลิกลดลง แต่หากเพิ่มแรงดันไฟฟ้าโดยระดับความเข้มข้นเอทานอลเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

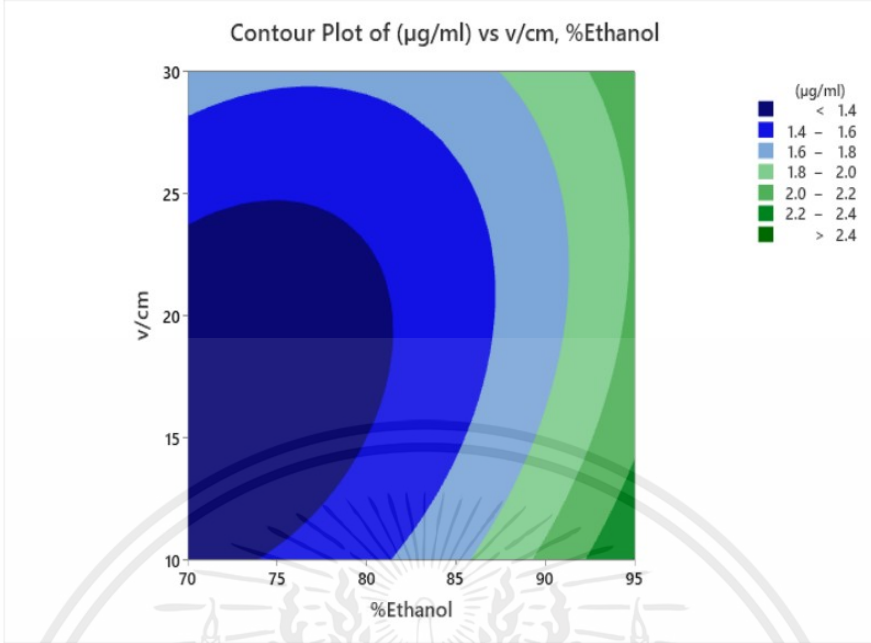


รูปที่ 4.1 ภาพคอนทัวร์พล็อตของผลความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้า ต่อสารฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu

4.2.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (Centella asiatica) ด้วยวิธี DPPH

จากการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดใบบัวบก พบว่าความเข้มข้นเอทานอล และแรงดันไฟฟ้าที่ทำการสกัดมีปฏิสัมพันธ์ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดที่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95.0 แรงดันไฟที่ 10 v/cm ที่เวลา 60 นาที มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 3.0±0.3 µg/ml แต่ไม่มีความแตกต่างในแรงดันไฟฟ้าอื่นที่ความเข้มข้นเอทานอลเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ที่ความเข้มข้นเอทานอลร้อยละ 95.0 มีความแตกต่างกับความเข้มข้นเอทานอลร้อยละ 70.0 และ 82.5 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox สมการของกราฟคือ $y = 0.2897x - 0.2325$, $R^2 = 0.9906$ โดยจากการทดลองพบอีกว่าหากความเข้มข้นเอทานอลเพิ่มขึ้น ในระดับแรงดันไฟเดียวกันจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น แต่หากเพิ่มแรงดันไฟฟ้าโดยระดับความเข้มข้นเอทานอลเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

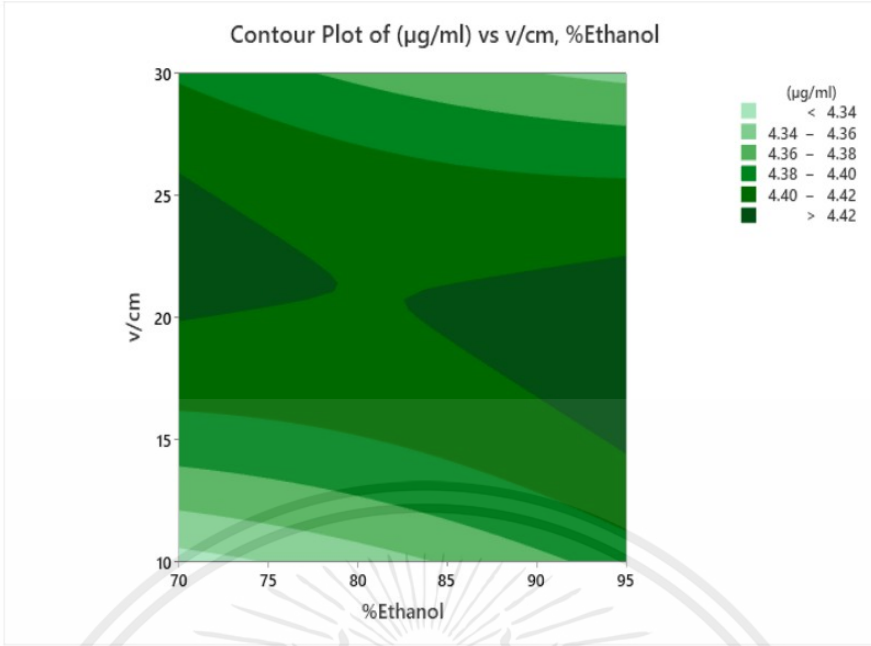


รูปที่ 4.2 ภาพคอนทัวร์พล็อตของผลความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้า ต่อสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH

4.2.3 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบบัวบก (Centella asiatica) ด้วยวิธี ABTS

จากการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดใบบัวบก พบว่าแรงดันไฟฟ้าและเวลาที่ทำการสกัดมีปฏิสัมพันธ์ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัดที่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95.0 แรงดันไฟที่ 10 v/cm ที่เวลา 20 และ 30 นาที มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 4.7±0.2 µg/ml แต่ไม่มีความแตกต่างในแรงดันไฟฟ้าอื่นที่ความเข้มข้นเอทานอลเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานของสารละลาย Trolox สมการของกราฟคือ $y = -0.1069x + 0.495$, $R^2 = 0.9938$ โดยจากการทดลองพบอีกว่าระยะเวลาในการสกัดมีผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ภาพคอนทัวร์พล็อตของผลความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้า ต่อสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS

4.3 การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

ทำการคำนวณโดยคำนวณหากำลังไฟฟ้า โดยคำนวณจากสมการ $W = V \times A$ จากนั้นนำกำลังไฟมาคำนวณค่าไฟ โดยคิดเป็นหน่วย Unit/Day จากสมการ

$$\frac{W \times \text{จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า}}{1000 \times \text{จำนวนชั่วโมงต่อวัน}} = Unit/Day \qquad (4.1)$$

นำจำนวน Unit/Day มาคำนวณราคาต่อหน่วยมาคำนวณหาราคาค่าไฟที่ใช้ในกระบวนการสกัด โดยราคาค่าไฟต่อหน่วย แรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลต์ ราคา 4.1839 ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย) *ใช้อัตราแบบ *TOU* ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง แรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลต์ ใช้ค่าไฟฟ้าในช่วง Peak (ที่มา อัตราค่าไฟฟ้า, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

จากตารางที่ 4.3 เมื่อพิจารณาที่ต้นทุนรวมแล้วทำการเปรียบเทียบความชันของกราฟการสกัดด้วยเอทานอลที่ความเข้มข้นร้อยละ 70.0, 82.5 และ 95.0 ที่แรงดันไฟฟ้า 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 โวลต์ต่อเซนติเมตร พบว่าที่ความเข้มข้นเอทานอลร้อยละ 95.0 จะมีต้นทุนรวมมากที่สุด เนื่องจากต้นทุนของวัตถุดิบเอทานอล แต่หากพิจารณาเฉพาะค่าไฟฟ้าที่ใช้ในกระบวนการสกัด พบว่าการจ่ายแรงดันไฟที่ต่ำกว่า จะมีต้นทุนในการสกัดต่ำกว่า และพบว่าที่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95.0 พบว่ามีต้นทุนต่ำที่สุดในทุกแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ต้นทุนกระบวนการสกัดในทุกแรงดันไฟฟ้า

	เอทานอล 70.0%	เอทานอล 82.5%	เอทานอล 95.0%
เอทานอล	12	14	16
น้ำกลั่น	1.5	0.9	0
ใบบัวบกแห้ง 10g	14	14	14
NaCl	0.625	0.625	0.625
บาทต่อหน่วย	4.184	4.184	4.184
แรงดันไฟ 10v/cm (Unit/Day)	0.465	0.219	0.063
แรงดันไฟ 20v/cm (Unit/Day)	0.877	0.483	0.115
แรงดันไฟ 30v/cm (Unit/Day)	1.022	0.886	0.222
ต้นทุนต่อชั่วโมงต่อ200ml			
แรงดันไฟ 10v/cm	32.8x	33.9x	34.9x
แรงดันไฟ 20v/cm	33.2x	34.2x	34.9x
แรงดันไฟ 30v/cm	33.3x	34.6x	35.0x
ต้นทุนต่อ phenolic compound 1 กรัม			
แรงดันไฟ 10v/cm	258.4	279.01	395.8
แรงดันไฟ 20v/cm	261.8	288.6	473.2
แรงดันไฟ 30v/cm	274.7	265.0	405.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลของการทดลอง

5.1.1 แรงดันไฟฟ้าไม่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าและค่าการนำไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหากพิจารณาที่เอทานอลความเข้มข้นเท่ากัน การจ่ายแรงดันไฟที่ต่ำกว่า จะมีต้นทุนในการสกัดต่ำกว่า

5.1.2 ความเข้มข้นเอทานอลและแรงดันไฟฟ้าไม่ส่งผลต่อกระแสไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเข้มข้นเอทานอลส่งผลต่อค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถติ และพบว่าที่เอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 95.0 มีต้นทุนต่ำที่สุดในทุกแรงดันไฟฟ้า สามารถสรุปได้ว่าความเข้มข้นเอทานอลเพิ่มมากขึ้นต้นทุนในการสกัดจะลดลง

5.1.3 การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าความเข้มข้นเอทานอลและเวลาที่ทำการสกัดมีปฏิสัมพันธ์ต่อสารประกอบฟีนอลิกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หากความเข้มข้นเอทานอลเพิ่มขึ้น ในระดับแรงดันไฟเดียวกันจะมีปริมาณสารฟีนอลิกลดลง แต่หากเพิ่มแรงดันไฟฟ้าโดยระดับความเข้มข้นเอทานอลเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

จากการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ของสารสกัดใบบัวบก พบว่าความเข้มข้นเอทานอล และแรงดันไฟฟ้าที่ทำการสกัดมีปฏิสัมพันธ์ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หากความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้น ในระดับแรงดันไฟเดียวกันจะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น แต่หากเพิ่มแรงดันไฟฟ้าโดยระดับความเข้มข้นเอทานอลเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

แต่จากการวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS ของสารสกัดใบบัวบก พบว่าแรงดันไฟฟ้าและเวลาที่ทำการสกัดมีปฏิสัมพันธ์ต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทำการศึกษาการสกัดด้วยวิธีโอห์มมิคในช่วงอุณหภูมิ ต่ำกว่า 70±1 องศาเซียลเซียส เพื่อศึกษาการสลายตัวจากความร้อนของปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และสารต้านอนุมูลอิสสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คณะกรรมการพัฒนาระบบยาแห่งชาติ. 2555. บัญชียาจากสมุนไพร. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://kpo.moph.go.th/webkpo/tool/Thaimed2555.pdf.

จันทรพร ทองเอกแก้ว. 2556. “บัวบก: สมุนไพรมากคุณประโยชน์.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.** 15(3): 70-75.

พันไมล์ ชัยเศวตสิริกุล. 2564. **พืชสมุนไพรเศรษฐกิจ สู่มาตราฐานการทำยา.** กรุงเทพฯ : กองการแพทย์ทางเลือก กรมการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณะสุข.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2555). “**Extraction/การสกัด.**” [ออนไลน์] เข้าถึงจาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0309/extraction

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2555). “**Soxhlet extraction / การสกัดด้วยซอกเลต.**” [ออนไลน์] เข้าถึงจาก: https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2864/soxhlet-extraction

ภาสกร รัตนเดชสกุล. 2550. “การพัฒนายาเม็ดจากสารสกัดเอ็คไคนาเซีย เพอร์พูเรีย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ฤทธิชัย อัศวราชันย์. 2554. การให้ความร้อนแบบโอห์มมิคในการแปรรูปอาหาร. **วารสารเทคโนโลยีการอาหาร.** 7(1): 11-22.

อัญชลี จูฑะพุทธิ. 2554. “บัวบก - สมุนไพรแห่งปี.” **วารสารการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก.** 9(2): 84-93.

อนันต์อินดัสทรี. (2563). “**วิธีการสกัด สารสกัดจากธรรมชาติ สารสกัดจากพืช สารสกัดจากสมุนไพร ทำอย่างไร ?.**” [ออนไลน์] เข้าถึงจาก: https://www.ananindustry.com/health-article01.html

อรรถพล นุ่มหอม และฤทธิชัย อัศวราชันย์. 2551. กระบวนการให้ความร้อนแบบโอห์มิก. **Food Focus Thailand Magazine.** 3(27): 48- 53.

Assawarachan, R. 2010. “Estimation model for electrical conductivity of red grape juice.” **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**. 3(2): 52-57.

Coelho M., Pereira R., Rodrigues A., Teixeira J., Pintado M. 2019. “Extraction of tomato by-products’ bioactive compounds using ohmic technology.” Food and Bioproducts Processing. 117: 329-339.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

Ferreira M., Cappato L., Silva R., Rocha R., Guimarães J., Balthazar C", Esmerino E., Freitas M., Rodrigues F., Granato D., Neto R., Tavares M., Silva P., Raices R., Silva M., Cruz A. 2019. "Ohmic heating for processing of whey-raspberry flavored beverage." Food Chemistry. 297: 125018.

Loypimai P., Moongngarm A., Chottanom P., Moontree T. 2015." Ohmic heating-assisted extraction of anthocyanins from black rice bran to prepare a natural food colourant." **Innovative Food Science and Emerging Technologies.** 27: 102–110.

Re R., N. Pellegrini, A. Proteggente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine.** 26: 1231-1237.

Rocha R., Silva R., Ramos G., Cabral L., Pimentel T., Campelo P., Zacarchenco P., Freitas M., Esmerino E., Silva M., Cruz A. 2022. "Ohmic heating treatment in high-protein vanilla flavored milk: Quality, processing factors, and biological activity." Food Research International. 161: 111827.

Sarang, S. Sastry, S.K. and Knipe, L. 2008. "Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating." **Journal of Food Engineering.** 87: 351-356.

Singh, R.P., Chidambara, K.N. and Jayaprakasha, G.K., 2002, Studies on the activity of pomegranate (Punicagranatum) peel and seed extracts using in vitro models, **J. Agric. Food Chem.** 50: 81-86.

Termrittikula P., Jittanit W., Sirisansaneeyakul S. 2018. "The application of ohmic heating for inulin extraction from the wet-milled and dry-milled powders of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tuber." Innovative Food Science and Emerging Technologies. 48: 99-100.

Zhang, R., Lebovka, N., Marchal, L., Vorobiev, E., & Grimi, N. 2020. Pulsed electric energy and ultrasonication assisted green solvent extraction of bio-molecules from different microalgal species. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. 62: Article 102358.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
วิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

การเตรียมสาร และการคำนวณปริมาณ Total phenolic compound

การเตรียมสารละลาย

1. Folin-Ciocalteu phenol reagent เตรียมโดยเจือจางสารละลาย 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

2. Sodium carbonate anhydrous (Na_2CO_3) เตรียมโดยละลาย Na_2CO_3 7.5 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 1000 µg /ml Trolox

1. ชั่ง Trolox มา 10 มิลลิกรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยเอทานอล เป็น 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ที่ 4 °C ซึ่งจะได้เป็น stock solution

2. เตรียมความเข้มข้น 1000, 500, 250 และ 100 ไมโครกรัม/มล. ความเข้มข้นละ 2 มิลลิลิตร โดยใช้ Ethanol เป็นตัวทำละลาย

การคำนวณ

การคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เทียบกับสารมาตรฐาน Trolox

จากราฟมาตรฐานเส้นตรงคือ $y = 0.092x + 0.072$

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างที่มีความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร มาแทนค่า y ในสมการแล้วคำนวณหาค่า x ตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง ใบบัวบก 10.00 g เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร เท่ากับ 0.579

จาก $y = 0.092x + 0.072$

จะได้ $$x = \frac{(y - 0.072)}{0.092}$$

แทนค่า y ด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$x = \frac{0.059 - 0.072}{0.092}$$

$$= 5.507 \text{ µg/ ml}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

การเตรียมสาร และการคำนวณปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH assay

การเตรียมสารละลาย DPPH stock solution (ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์)

1. ชั่ง DPPH มา 0.0394 กรัม ละลายในเมทานอล และปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร ด้วยเมทานอล ใน volumetric flask ซึ่งจะได้เป็น stock solution เก็บในขวดสีชา ที่ 4 °C

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 1000 µg /ml Trolox

1. ชั่ง Trolox มา 10 มิลลิกรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยเอทานอล เป็น 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ที่ 4 °C ซึ่งจะได้เป็น stock solution

การคำนวณ

1.การคำนวณหาสารต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH assay

1.1 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูล DPPH

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร ที่ได้จากการนำสารสกัดตัวอย่างไปวัดมาคำนวณตามสมาการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\%\ \text{DPPH radical-scavenging activity} = \frac{A(\text{control}) - A(\text{sample})}{A(\text{control})} \times 100$$

เมื่อ A(control) = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสาร DPPH (สารละลาย DPPH+เอทานอล)

A(sample) = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารสกัดตัวอย่าง (สารละลาย DPPH+สารสกัด)

ตัวอย่าง ใบบัวบก 10.00 g เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.211 และค่าการดูดกลืนแสงของ control ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.937

จะได้

$$\%\ \text{DPPH radical-scavenging activity} = \frac{0.937 - 0.211}{0.937} \times 100$$

$$= 77.446$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เทียบกับสารมาตรฐาน Trolox

จากราฟมาตรฐานเส้นตรงคือ y = 0.2897x - 0.2325

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร มาแทนค่า y ในสมการแล้วคำนวณหาค่า x ตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง ใบบัวบก 10.00 กรัม เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เท่ากับ 0.211

จาก $y = 0.2897x - 0.2325$

จะได้ $x = \frac{(y+0.2325)}{0.2897}$

แทนค่า y ด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$x = \frac{0.211+0.2323}{0.2897}$$

$$= 1.531 \text{ µg/ ml}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.3

การเตรียมสารและการคำนวณหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS assay

การเตรียมสารละลาย ABTS

1. ชั่ง ABTS มา 0.0768 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 50 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้เป็น 7 มิลลิโมลาร์ ABTS solution

2. ชั่ง $K_2S_2O_8$ มา 0.0132 กรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 20 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้เป็น 2.45 มิลลิโมลาร์ $K_2S_2O_8$ solution

3. นำสารละลายทั้งสองที่เตรียมได้มาผสมกันจะได้เป็น ABTS stock solution เก็บในขวดสีชาที่ 4 °C

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 1000 µg /ml Trolox

1. ชั่ง Trolox มา 10 มิลลิกรัม ละลายและปรับปริมาตรด้วยเอทานอล เป็น 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ที่ 4 °C ซึ่งจะได้เป็น stock solution

การคำนวณ

1.การคำนวณหาสารต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS assay

1.1 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูล ABTS

นำค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 นาโนเมตร ที่ได้จากการนำสารสกัดตัวอย่างไปวัดมาคำนวณตามสมาการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$\%\ \text{ABTS radical-scavenging activity} = \frac{A(\text{control}) - A(\text{sample})}{A(\text{control})} \times 100$$

เมื่อ A(control) = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสาร DPPH (สารละลาย ABTS+เอทานอล)

A(sample) = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของสารสกัดตัวอย่าง (สารละลาย ABTS+สารสกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ใบบัวบก 10.00 กรัม เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เท่ากับ 0.023 และค่าการดูดกลืนแสงของ control ที่ความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เท่ากับ 0.707 จะได้

$$\% \text{ DPPH radical-scavenging activity} = \frac{0.707 - 0.023}{0.707} \times 100$$
$$= 96.746$$

1.2 การคำนวณความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เทียบกับสารมาตรฐาน Trolox

จากราฟมาตรฐานเส้นตรงคือ y = -0.097x + 0.4752

นำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดตัวอย่างที่มีความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร มาแทนค่า y ในสมการแล้วคำนวณหาค่า x ตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง ใบบัวบก 10.00 กรัม เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วพบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 734 นาโนเมตร เท่ากับ 0.023

จาก $y = -0.097x + 0.4752$

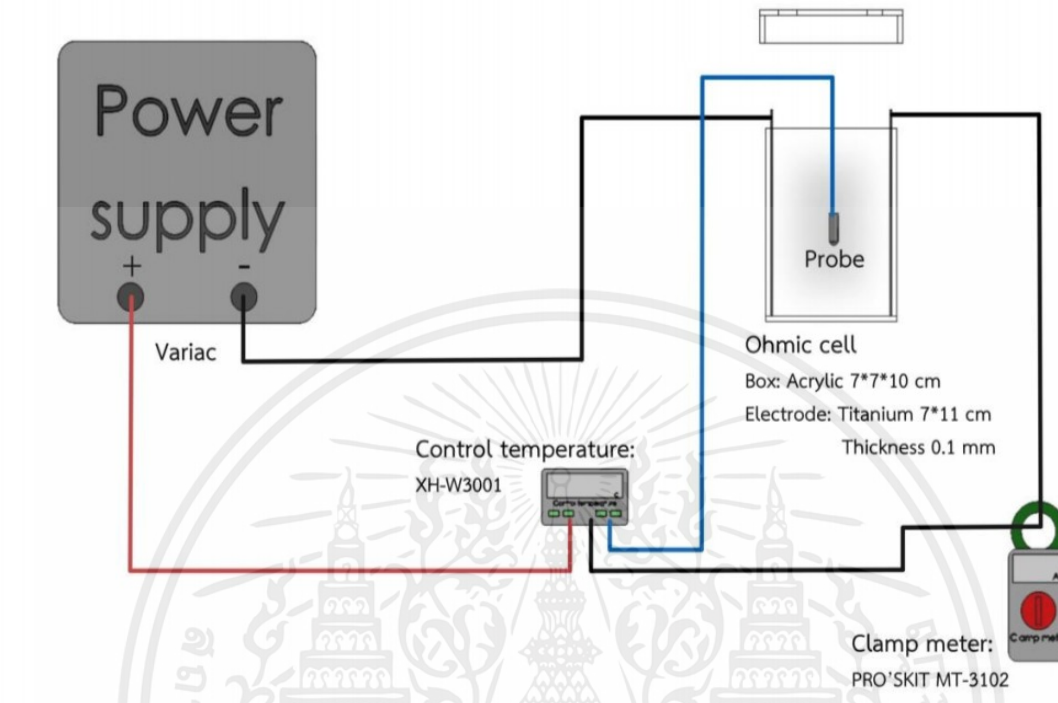
จะได้ $x = \frac{(y - 0.4752)}{-0.097}$

แทนค่า y ด้วยค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

$$x = \frac{0.023 - 0.4752}{-0.097}$$
$$= 4.662 \text{ µg/ ml}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.4
การออกแบบโอห์มมิคเซลล์ในกระบวนการสกัด

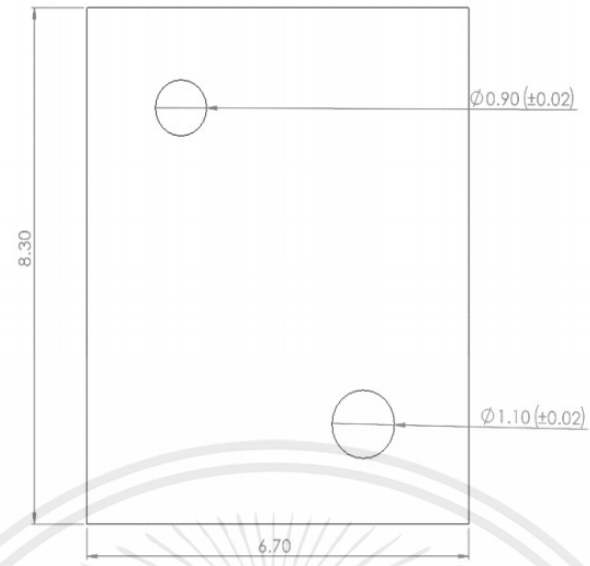


รูปที่ ก.4.1 วงจรกระบวนการสกัดพร้อมรายละเอียดเครื่องมือ



รูปที่ ก.4.2 ขนาดกล่องโอห์มมิคเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4.3 ขนาดชิ้นฝาด้านบนของโอห์มมิคเซลล์



รูปที่ ก.4.4 ขนาดชิ้นฝาด้านข้างโอห์มมิคเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.1

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ข.1.1 ปริมาณ Total phenolic compound

ANOVA					
Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
%Ethanol	70.34	2	35.2	170.8	0.00
v/cm	1.3	2	0.7	3.2	0.05
Time	18.8	5	3.8	18.3	0.00
Error	9.1	44	0.2		
Total	99.6	53			

ตารางที่ ข.1.2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH assay

ANOVA					
Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
%Ethanol	5.6	2	2.8	51.2	0.00
v/cm	0.7	2	0.3	6.1	0.01
Time	0.05	5	0.01	0.2	1.0
Error	2.4	44	0.05		
Total	8.7	53			

ตารางที่ ข.1.3 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระด้วย ABTS assay

ANOVA					
Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P
%Ethanol	0.00	2	0.00	0.1	0.9
v/cm	0.04	2	0.02	6.2	0.00
Time	1.8	5	0.36	112.6	0.00
Error	0.1	44	0.00		
Total	2.0	53			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.2

ค่ากระแสไฟฟ้าของการสกัดด้วยการให้ความร้อนแบบโอห์มมิค ณ เวลาที่เปลี่ยนไปทุก ๆ 10 วินาที

Ethanol 82.5 20v/cm Run order: 1

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.41	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.32	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.35	20s	0
30s	2.35	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.08	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.08	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.08	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	2.11	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.81	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.82	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.84	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.85	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.64	50s	0
60s	1.62	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.67	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.69

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	1.43	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.46
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	1.48	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.47
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.23	30s	0
40s	0	40s	1.21	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.17	40s	0	40s	1.18	40s	0	40s	1.19
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 30 v/cm Run order : 2

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	5.22	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	5.11	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	4.66	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	4.79
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	4.81
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	4.42	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	4.62	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	4.17	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	4.31	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	3.49	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	3.52	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.82	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.94	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	3.11	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 3

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.74	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	2.93	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.71
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.92	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.66	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	2.39	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.47	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.49	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.13	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	2.09	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	1.68	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.74	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.75	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.76	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.44	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.42	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.45	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.45	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 30 v/cm Run order : 4

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	4.20	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	4.23	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	3.93	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	3.96	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	4.12
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	3.58	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	3.62	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	3.12
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	3.07	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	3.19	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.48	20s	0	20s	0	20s	2.56	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	2.62	10s	0	10s	0	10s	2.73
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.95
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.91	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.06
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	1.97	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 5

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.82	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.72	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	2.77	40s	0	40s	0	40s	2.87
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	2.53	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.54

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	2.56	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.24	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.21	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.26	30s	0
40s	2.24	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.01	20s	0
30s	1.97	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.05	20s	0	20s	0	20s	2.06
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.84	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	1.74	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.90
20s	0	20s	1.86	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.51	10s	0
20s	0	20s	1.52	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.59	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.59	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 10 v/cm Run order : 6

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.308	10s	0	10s	0.324	10s	0.330	10s	0.335
20s	0.312	20s	0	20s	0.326	20s	0.332	20s	0.337
30s	0	30s	0	30s	0.329	30s	0.332	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0.327	40s	0.334	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0.331	50s	0.336	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.333	60s	0.338	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0.332	10s	0.337	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.334	20s	0.334	20s	0
30s	0	30s	0.326	30s	0.332	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.329	40s	0.332	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.331	50s	0.338	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.329	60s	0.339	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0.301	10s	0.306	10s	0	10s	0
20s	0.305	20s	0.302	20s	0.308	20s	0	20s	0
0.298	0.297	30s	0.302	30s	0	30s	0	30s	0.296
40s	0.298	40s	0.301	40s	0	40s	0	40s	0.298
50s	0.295	50s	0.305	50s	0	50s	0	50s	0.301
60s	0.298	60s	0.305	60s	0	60s	0	60s	0.299

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0.299	10s	0.305	10s	0	10s	0	10s	0.309
20s	0.302	20s	0.308	20s	0	20s	0	20s	0.312
30s	0.304	30s	0.307	30s	0	30s	0	30s	0.308
40s	0.306	40s	0.311	40s	0	40s	0.298	40s	0.311
50s	0.304	50s	0	50s	0	50s	0.304	50s	0.276
60s	0.307	60s	0	60s	0	60s	0.308	60s	0.275

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0.276	10s	0.280	10s	0	10s	0.277	10s	0.284
20s	0.274	20s	0.282	20s	0	20s	0.280	20s	0.282
30s	0.274	30s	0	30s	0	30s	0.279	30s	0.284
40s	0.279	40s	0	40s	0	40s	0.282	40s	9.282
50s	0.276	50s	0	50s	0	50s	0.279	50s	0.286
60s	0.381	60s	0	60s	0	60s	0.281	60s	0.286

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0.286	10s	0	10s	0.289	10s	0.287	10s	0
20s	0.287	20s	0	20s	0.284	20s	0.291	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0.285	30s	0.289	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0.287	40s	0.292	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0.288	50s	0.291	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.289	60s	0.301	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0.255	10s	0.261	10s	0.263	10s	0
20s	0.254	20s	0.257	20s	0.258	20s	0	20s	0
30s	0.249	30s	0.260	30s	0.261	30s	0	30s	0
40s	0.251	40s	0.261	40s	0.262	40s	0	40s	0.259
50s	0.254	50s	0.263	50s	0.265	50s	0	50s	0.264
60s	0.251	60s	0.261	60s	0.267	60s	0	60s	0.263

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0.268	10s	0.271	10s	0	10s	0	10s	0.269
20s	0.266	20s	0.273	20s	0	20s	0	20s	0.269
30s	0.271	30s	0.275	30s	0	30s	0	30s	0.270
40s	0.272	40s	0.277	40s	0	40s	0	40s	0.267
50s	0.270	50s	0.276	50s	0	50s	0.263	50s	0.268
60s	0.269	60s	0.278	60s	0	60s	0.258	60s	0.271

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0.271	10s	0	10s	0.223	10s	0.232	10s	0.236
20s	0.272	20s	0	20s	0.224	20s	0.229	20s	0.235
30s	0.275	30s	0	30s	0.229	30s	0.231	30s	0.239
40s	0.278	40s	0	40s	0.226	40s	0.246	40s	0.241
50s	0.279	50s	0	50s	0.230	50s	0.232	50s	0.238
60s	0.278	60s	0	60s	0.232	60s	0.233	60s	0.239

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0.240	10s	0.242	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.242	20s	0.245	20s	0
30s	0	30s	0.237	30s	0.242	30s	0.246	30s	0
40s	0	40s	0.238	40s	0.243	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.236	50s	0.242	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.238	60s	0.243	60s	0	60s	0.246

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0.208	10s	0.193	10s	0.181	10s	0.191	10s	0.202
20s	0.192	20s	0.184	20s	0.184	20s	0.188	20s	0.204
30s	0.193	30s	0.182	30s	0.186	30s	0.190	30s	0.208
40s	0.194	40s	0.181	40s	0.188	40s	0.193	40s	0.206
50s	0.196	50s	0.185	50s	0.184	50s	0.191	50s	0
60s	0.193	60s	0.187	60s	0.191	60s	0.201	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0.192	10s	0.208	10s	0.195	10s	0
20s	0	20s	0.191	20s	0.205	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.195	30s	0.207	30s	0	30s	0.198
40s	0	40s	0.198	40s	0.200	40s	0	40s	0.202
50s	0.203	50s	0.199	50s	0.197	50s	0	50s	0.205
60s	0.204	60s	0.196	60s	0.194	60s	0	60s	0.206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 30 v/cm Run order : 7

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	1.12	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.15
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.18	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	1.22	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.12	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.24
30s	0	30s	1.16	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.02
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.01	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.06	50s	0	50s	0	50s	1.05
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0.976	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.952	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.957	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.882	30s	0
40s	0.879	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.904	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.749

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.763	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0.787	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.804	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 20 v/cm Run order : 8

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.682	10s	0	10s	0	10s	0.608	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.602	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.631	20s	0
30s	0.627	30s	0	30s	0	30s	0.658	30s	0
40s	0.654	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0.611	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.609	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.613	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.610	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.614	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.631	30s	0
40s	0.609	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.631	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.547	30s	0	30s	0.543	30s	0	30s	0
40s	0.560	40s	0	40s	0.557	40s	0	40s	0.547
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.559
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0.566	10s	0	10s	0.567
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.571
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.549	60s	0	60s	0.554	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.485	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.498	40s	0
50s	0.491	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.499	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0.491	10s	0	10s	0
20s	0.486	20s	0	20s	0.505	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.492	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.503	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0.423	10s	0	10s	0.445
20s	0.418	20s	0	20s	0.433	20s	0	20s	0
30s	0.431	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.438	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.426
20s	0	20s	0	20s	0.422	20s	0	20s	0.438
30s	0.433	30s	0	30s	0.435	30s	0	30s	0
40s	0.430	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0.353	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.361	20s	0	20s	0
30s	0.349	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.358	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.360	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.365	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0.352	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.274	30s	0	30s	0	30s	0.372	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.378	40s	0
50s	0	50s	0.368	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.374	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 9

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.34	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	2.46	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	2.28	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	2.16	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.14	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	2.27	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.03	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.98	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.99
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	2.14
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.91	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.84	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.79	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.77
20s	1.47	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.61	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.71	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.86	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.58	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	1.42	40s	0	40s	1.52	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 10

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.52	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	2.56	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	2.72	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.36	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	2.41	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	2.22	50s	0	50s	0	50s	0	50s	2.17
60s	2.36	60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.23

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.16	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	2.14	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.97
30s	1.84	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.97	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.05	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	1.64	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	2.02	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.84
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.42	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.51	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.48	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 10 v/cm Run order : 11

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.312	10s	0	10s	0	10s	0.365	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.370	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.370	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.375	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.374	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.377	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0.374	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.379	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.367	30s	0.384	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.369	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.372	50s	0	50s	0	50s	0.350
60s	0	60s	0.373	60s	0	60s	0	60s	0.361

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0.317	10s	0.332	10s	0	10s	0.319	10s	0.336
20s	0.326	20s	0	20s	0	20s	0.326	20s	0.338
30s	0.329	30s	0	30s	0	30s	0.330	30s	0
40s	0.332	40s	0	40s	0	40s	0.333	40s	0
50s	0.332	50s	0	50s	0	50s	0.334	50s	0
60s	0.338	60s	0	60s	0	60s	0.337	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0.32	10s	0.321	10s	0	10s	0.326
20s	0	20s	0.319	20s	0.333	20s	0	20s	0.327
30s	0	30s	0.329	30s	0	30s	0	30s	0.328
40s	0	40s	0.326	40s	0	40s	0	40s	0.331
50s	0	50s	0.328	50s	0	50s	0	50s	0.332
60s	0	60s	0.329	60s	0	60s	0	60s	0.331

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0.291	10s	0	10s	0	10s	0.300	10s	0.307
20s	0.292	20s	0	20s	0	20s	0.302	20s	0
30s	0.289	30s	0	30s	0	30s	0.306	30s	0
40s	0.292	40s	0	40s	0	40s	0.307	40s	0
50s	0.295	50s	0	50s	0.301	50s	0.309	50s	0
60s	0.296	60s	0	60s	0.302	60s	0.305	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0.287	10s	0.325	10s	0	10s	0.312
20s	0	20s	0.317	20s	0.327	20s	0	20s	0.314
30s	0	30s	0.320	30s	0	30s	0	30s	0.318
40s	0	40s	0.324	40s	0	40s	0	40s	0.321
50s	0	50s	0.325	50s	0	50s	0	50s	0.321
60s	0	60s	0.323	60s	0	60s	0	60s	0.320

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0.322	10s	0	10s	0.276	10s	0	10s	0
20s	0.321	20s	0.279	20s	0.279	20s	0	20s	0.251
30s	0.235	30s	0.281	30s	0.275	30s	0	30s	0.263
40s	0.235	40s	0.279	40s	0.282	40s	0	40s	0.266
50s	0	50s	0.281	50s	0.281	50s	0	50s	0.267
60s	0	60s	0.282	60s	0	60s	0	60s	0.268

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0.270	10s	0	10s	0.280	10s	0.289	10s	0
20s	0.272	20s	0	20s	0.281	20s	0.290	20s	0
30s	0.272	30s	0	30s	0.279	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0.285	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0.284	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.287	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0.216	10s	0.231	10s	0.241	10s	0	10s	0.246
20s	0.215	20s	0.235	20s	0.243	20s	0	20s	0.247
30s	0.217	30s	0.234	30s	0	30s	0	30s	0.248
40s	0.219	40s	0.235	40s	0	40s	0	40s	0.247
50s	0.221	50s	0.236	50s	0	50s	0.242	50s	0.259
60s	0.232	60s	0.241	60s	0	60s	0.245	60s	0.252

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0.242	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.245	20s	0	20s	0.235
30s	0	30s	0	30s	0.244	30s	0	30s	0.242
40s	0	40s	0	40s	0.247	40s	0	40s	0.245
50s	0	50s	0.237	50s	0.247	50s	0	50s	0.246
60s	0	60s	0.241	60s	0	60s	0	60s	0.246

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0.248	10s	0	10s	0.196	10s	0.199	10s	0
20s	0	20s	0.190	20s	0.198	20s	0	20s	0.195
30s	0	30s	0.188	30s	0.194	30s	0	30s	0.198
40s	0	40s	0.193	40s	0.192	40s	0	40s	0.197
50s	0	50s	0.194	50s	0.197	50s	0	50s	0.198
60s	0	60s	0.194	60s	0.196	60s	0	60s	0.202

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0.201	10s	0	10s	0.195	10s	0.196	10s	0
20s	0.203	20s	0	20s	0.196	20s	0	20s	0.205
30s	0.205	30s	0	30s	0.195	30s	0	30s	0.202
40s	0.205	40s	0.189	40s	0.193	40s	0	40s	0.204
50s	0	50s	0.192	50s	0.198	50s	0	50s	0.207
60s	0	60s	0.193	60s	0.197	60s	0	60s	0.202

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 30 v/cm Run order : 12

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	5.24	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	5.67
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	5.57
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	4.62
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	4.61	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	4.33	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	4.61	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	4.15	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	4.32

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	4.13	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	3.97	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	3.68	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	3.01	20s	0	20s	0	20s	0	20s	3.12
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	3.39	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 10 v/cm Run order : 13

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.32	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.37	20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.29
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.43
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.37	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.46	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	2.07	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.18	20s	0	20s	0	20s	2.07
0.298	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.18
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	2.09	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	2.23	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	1.95	10s	0	10s	0	10s	1.84
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.97
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	1.86	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	2.04	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	2.12	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.86	10s	0
20s	1.82	20s	0	20s	0	20s	1.92	20s	0
30s	1.90	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.86	50s	0	50s	0	50s	1.82	50s	0
60s	1.94	60s	0	60s	0	60s	1.93	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	1.62	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.67	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.52	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.68	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	1.59	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.71	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.44	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.56	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.52	40s	0	40s	1.27
50s	1.28	50s	0	50s	1.47	50s	0	50s	1.41
60s	1.36	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	1.36	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.51	50s	0	50s	1.41	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.47	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 10 v/cm Run order : 14

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.68	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	2.71	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.72	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.67	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	2.76	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.52	20s	0
30s	2.39	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	2.51	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.58	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	2.46	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.59	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	2.24	50s	0	50s	0	50s	2.28	50s	0
60s	2.38	60s	0	60s	0	60s	2.35	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	2.36	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	2.28	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	2.08	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.17	20s	0	20s	0	20s	2.17	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.31	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.96
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.92
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.68	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.72	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	1.63	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.72	20s	0	20s	1.61	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.70	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.65
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.73
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	1.29	10s	0	10s	1.21	10s	0
20s	0	20s	1.39	20s	0	20s	1.32	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	1.32	10s	0	10s	1.39	10s	0	10s	1.49
20s	1.46	20s	0	20s	1.48	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.42	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 10 v/cm Run order : 15

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.258	10s	0	10s	0	10s	0.281	10s	0.293
20s	0.263	20s	0	20s	0	20s	0.283	20s	0.292
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.289	30s	0.293
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.287	40s	0.292
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.291	50s	0.293
60s	0	60s	0	60s	0.278	60s	0.289	60s	0.295

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0.294	10s	0.298	10s	0	10s	0.268	10s	0.274
20s	0.296	20s	0	20s	0	20s	0.272	20s	0.278
30s	0.296	30s	0	30s	0	30s	0.271	30s	0.277
40s	0.295	40s	0	40s	0	40s	0.274	40s	0.277
50s	0.298	50s	0	50s	0	50s	0.273	50s	0.276
60s	0.297	60s	0	60s	0	60s	0.276	60s	0.281

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0.245	10s	0.252	10s	0	10s	0	10s	0.241
20s	0.247	20s	0.254	20s	0	20s	0	20s	0.243
30s	0.251	30s	0.251	30s	0	30s	0.238	30s	0.242
40s	0.249	40s	0	40s	0	40s	0.241	40s	0.241
50s	0.251	50s	0	50s	0	50s	0.242	50s	0.242
60s	0.252	60s	0	60s	0	60s	0.244	60s	0.244

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0.245	10s	0.243	10s	0	10s	0	10s	0.246
20s	0.243	20s	0.246	20s	0	20s	0	20s	0.245
30s	0.241	30s	0.248	30s	0	30s	0.242	30s	0.247
40s	0.243	40s	0	40s	0	40s	0.245	40s	0.248
50s	0.241	50s	0	50s	0	50s	0.243	50s	0.248
60s	0.244	60s	0	60s	0	60s	0.244	60s	0.248

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0.231	10s	0.219	10s	0	10s	0	10s	0.221
20s	0.221	20s	0.218	20s	0	20s	0	20s	0.225
30s	0.219	30s	0.22	30s	0	30s	0	30s	0.223
40s	0.22	40s	0.227	40s	0	40s	0.219	40s	0.225
50s	0.221	50s	0	50s	0	50s	0.223	50s	0.224
60s	0.222	60s	0	60s	0	60s	0.223	60s	0.226

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0.225	10s	0.228	10s	0	10s	0	10s	0.218
20s	0.226	20s	0.23	20s	0	20s	0	20s	0.217
30s	0.228	30s	0.229	30s	0	30s	0.215	30s	0.218
40s	0.226	40s	0.231	40s	0	40s	0.216	40s	0.216
50s	0.228	50s	0	50s	0	50s	0.217	50s	0.221
60s	0.229	60s	0	60s	0	60s	0.214	60s	0.223

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0.182	10s	0.192	10s	0.197	10s	0	10s	0.191
20s	0.175	20s	0.193	20s	0	20s	0	20s	0.188
30s	0.181	30s	0.195	30s	0	30s	0	30s	0.183
40s	0.187	40s	0.193	40s	0	40s	0	40s	0.192
50s	0.184	50s	0.192	50s	0	50s	0.187	50s	0.191
60s	0.192	60s	0.195	60s	0	60s	0.189	60s	0.191

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0.189	10s	0.191	10s	0.189	10s	0	10s	0
20s	0.191	20s	0.193	20s	0.191	20s	0	20s	0.186
30s	0.192	30s	0.195	30s	0.19	30s	0	30s	0.184
40s	0.191	40s	0.193	40s	0.193	40s	0	40s	0.186
50s	0.193	50s	0.191	50s	0	50s	0	50s	0.187
60s	0.192	60s	0.194	60s	0	60s	0	60s	0.186

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0.153	10s	0.155	10s	0.156	10s	0.156	10s	0.157
20s	0.151	20s	0.153	20s	0.158	20s	0.156	20s	0.159
30s	0.152	30s	0.156	30s	0.157	30s	0.158	30s	0.161
40s	0.154	40s	0.153	40s	0.154	40s	0.156	40s	0.158
50s	0.156	50s	0.152	50s	0.152	50s	0.157	50s	0.162
60s	0.154	60s	0.157	60s	0.156	60s	0.155	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0.156	10s	0.158	10s	0.16
20s	0	20s	0	20s	0.155	20s	0.16	20s	0.161
30s	0	30s	0.158	30s	0.157	30s	0.161	30s	0.163
40s	0	40s	0.154	40s	0.156	40s	0.161	40s	0.162
50s	0	50s	0.156	50s	0.157	50s	0.158	50s	0.158
60s	0	60s	0.156	60s	0.156	60s	0.16	60s	0.16

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0.117	10s	0.124	10s	0.125	10s	0.132	10s	0.133
20s	0.123	20s	0.127	20s	0.128	20s	0.131	20s	0.132
30s	0.128	30s	0.128	30s	0.127	30s	0.13	30s	0.131
40s	0.125	40s	0.13	40s	0.128	40s	0.129	40s	0.133
50s	0.127	50s	0.127	50s	0.127	50s	0.131	50s	0.136
60s	0.126	60s	0.132	60s	0.13	60s	0.132	60s	0.133

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0.135	10s	0.36	10s	0.135	10s	0.136	10s	0.138
20s	0.132	20s	0.134	20s	0.136	20s	0.137	20s	0.139
30s	0.133	30s	0.133	30s	0.136	30s	0.138	30s	0.136
40s	0.132	40s	0.136	40s	0.134	40s	0.136	40s	0.137
50s	0.134	50s	0.135	50s	0.135	50s	0.138	50s	0.139
60s	0.132	60s	0.134	60s	0.136	60s	0.139	60s	0.136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 16

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	3.19	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.95
40s	2.93	40s	0	40s	0	40s	0	40s	3.12
50s	3.03	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.79	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	2.96	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	2.58	40s	0	40s	2.64	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.68	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.37
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	2.38	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.41	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.13
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.05	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	2.14	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.95	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.73	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.95
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.92	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 17

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	3.97	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	3.96
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	4.17	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	3.80	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	2.41	10s	0	10s	0	10s	2.48	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.56	20s	0
30s	0	30s	3.86	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	3.38
20s	3.31	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	3.42	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.99	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	3.01	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	3.04	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	2.56	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.53	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.56	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.12	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.03	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.14
20s	0	20s	2.17	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 10 v/cm Run order : 18

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.916	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0.952	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.912	40s	0	40s	0.928	40s	0
50s	0	50s	0.954	50s	0	50s	0.972	50s	0
60s	0	60s	0.973	60s	0	60s	0.995	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	1.04	10s	0	10s	0	10s	1.04
20s	0	20s	1.05	20s	0	20s	0	20s	1.06
30s	0	30s	1.07	30s	0	30s	0	30s	1.07
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.09
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0.964	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.978	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0.992	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.938	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0.955	10s	0	10s	0	10s	0.965	10s	0
20s	0.997	20s	0	20s	0	20s	0.994	20s	0
30s	1.01	30s	0	30s	0	30s	1.02	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.03	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.856	20s	0	20s	0	20s	0.858
30s	0	30s	0.877	30s	0	30s	0	30s	0.868
40s	0	40s	0.893	40s	0	40s	0	40s	0.882
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.903
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0.871	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0.884	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0.897	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.910	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.803	30s	0
40s	0.778	40s	0	40s	0	40s	0.819	40s	0
50s	0.798	50s	0	50s	0	50s	0.835	50s	0
60s	0.812	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.841
20s	0	20s	0.813	20s	0	20s	0	20s	0.857
30s	0	30s	0.844	30s	0	30s	0	30s	0.875
40s	0	40s	0.862	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.719	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.741	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.752	40s	0	40s	0.731	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.749	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0.767	10s	0	10s	0.723	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.751	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.768	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.731	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.753	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0.597	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.612	30s	0	30s	0.618	30s	0	30s	0
40s	0.624	40s	0	40s	0.629	40s	0	40s	0
50s	0.641	50s	0	50s	0.647	50s	0	50s	0.641
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.662

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0.668	10s	0	10s	0.659
20s	0	20s	0	20s	0.679	20s	0	20s	0.676
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.648	60s	0	60s	0.623	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 19

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	3.18	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	3.25	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	3.23	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.83	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	2.88	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	2.87	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.67	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	2.72	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.75	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.40
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.42	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.46	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.06	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.05	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.09	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.11	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.67	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.64	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.72	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	1.75	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 20 v/cm Run order : 20

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	3.82	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	3.71	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	3.93	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	3.56	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	3.73	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	3.56	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	3.78	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	3.21	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	3.52	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	3.26	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	3.48	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	3.09	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	3.23	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.97	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	3.14	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	2.51	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.38	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.83	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	2.16	30s	0	30s	0	30s	1.94	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	2.11	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	1.95	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	1.75	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 20 v/cm Run order : 21

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	5.02	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	5.12	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	4.52	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	4.62
40s	4.96	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	4.02	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	4.14	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	3.48	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	3.52	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	3.53	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	3.50	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.93	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	3.07

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	3.18	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.62	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	2.75
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	2.81	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 20 v/cm Run order : 22

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.632	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.613	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.628	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.617	50s	0	50s	0	50s	0.608
60s	0	60s	0.638	60s	0	60s	0	60s	0.632

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.559	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.548	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.561	50s	0	50s	0	50s	0.556	50s	0
60s	0.578	60s	0	60s	0	60s	0.572	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.537
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.504	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.519	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.529	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.542	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.545	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.551	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.495	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.509	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0.502	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.482	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.496	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.484	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.417	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.426	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.423
50s	0	50s	0	50s	0.418	50s	0	50s	0.430
60s	0	60s	0	60s	0.429	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.442
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.416	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.442	60s	0	60s	0.421	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.361	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.344	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0.374	10s	0.362	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.376	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.364
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.387
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.558	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 10 v/cm Run order : 23

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.82	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.71	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.61	20s	0	20s	0	20s	2.61	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.82	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.32	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.63	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.30

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	2.41	10s	0	10s	0	10s	2.48	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.56	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.98	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	2.13	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.09

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	2.27	10s	0	10s	0	10s	1.86	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.08	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.74	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.83	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.87
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.98

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.96	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.88	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	1.64	10s	0	10s	0	10s	1.64
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	1.57	60s	0	60s	0	60s	1.58	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	1.66	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.57
60s	0	60s	1.57	60s	0	60s	0	60s	1.67

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	1.36	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.28
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.37
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	1.29	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	1.36	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.26
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.37
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	1.28	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 10 v/cm Run order : 24

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	1.54	10s	0	10s	1.58	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.59	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.57

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	1.63	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.62	50s	0	50s	1.62	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	1.48	10s	0	10s	0
20s	1.37	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.41	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	1.35	10s	0	10s	1.35
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.43	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	1.13	10s	0	10s	0	10s	1.18
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.16	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.21
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.18	50s	0	50s	0
60s	1.19	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.038
20s	0	20s	0	20s	1.02	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.04	30s	0	30s	0
40s	1.02	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.03	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.989	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.03	30s	0	30s	1.04
40s	1.02	40s	0	40s	1.06	40s	0	40s	1.06
50s	1.05	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0.851	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.877	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.843	40s	0	40s	0	40s	0.858	40s	0
50s	0.871	50s	0	50s	0	50s	0.897	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0.912	10s	0	10s	0
20s	0.856	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.892	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.867	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.918	50s	0
60s	0	60s	0.876	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.733
20s	0.681	20s	0.689	20s	0	20s	0	20s	0.756
30s	0.742	30s	0.738	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0.736	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.748	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0.768	10s	0	10s	0	10s	0.758
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.787
30s	0	30s	0	30s	0.726	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0.768	40s	0	40s	0
50s	0.725	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.758	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 10 v/cm Run order : 25

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	1.30	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.12
30s	0	30s	0	30s	1.15	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.13
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.13	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.04	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.05	30s	0	30s	1.02	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.03	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	1.06	10s	0	10s	1.05	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.07	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	1.04	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.961	30s	0	30s	0.971	30s	0	30s	0
40s	0.979	40s	0	40s	0.989	40s	0	40s	0.951
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.982
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.00

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	1.01	10s	0	10s	0.993
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.969	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.994	60s	0	60s	0.959	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0.876	10s	0	10s	0.871	10s	0
20s	0	20s	0.881	20s	0	20s	0.885	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.853	60s	0	60s	0.866	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0.860	10s	0	10s	0.848	10s	0	10s	0
20s	0.879	20s	0	20s	0.874	20s	0	20s	0.858
30s	0.887	30s	0	30s	0.889	30s	0	30s	0.88
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0.768	10s	0	10s	0.768	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.731	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.743	50s	0	50s	0.730	50s	0	50s	0
60s	0.765	60s	0	60s	0.752	60s	0	60s	0.753

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0.768	10s	0	10s	0.763	10s	0	10s	0.758
20s	0.775	20s	0	20s	0.778	20s	0	20s	0.772
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.783
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.729	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.635
20s	0	20s	0	20s	0.637	20s	0	20s	0.652
30s	0.634	30s	0	30s	0.646	30s	0	30s	0.665
40s	0.647	40s	0	40s	0.658	40s	0	40s	0
50s	0.656	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0.652	10s	0	10s	0.662	10s	0
20s	0	20s	0.667	20s	0	20s	0.672	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.637	60s	0	60s	0.643	60s	0	60s	0.661

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 26

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.77	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.79

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.67
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.00	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.45	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	2.41	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	2.2	40s	0	40s	0	40s	0	40s	2.19
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.24	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s		10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	1.95	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.97
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.99	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.69	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.69	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.68
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.34	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	1.37	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.38	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 30 v/cm Run order : 27

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	5.72	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	6.13	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	5.61	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	5.53
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	4.93	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	4.71	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	4.32	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	4.36	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	3.52	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	3.46	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	2.68	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.73	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	2.74	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 70% 20 v/cm Run order : 28

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	5.61	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	5.93	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	5.93
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	5.22	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	5.32	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	4.69	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	4.82	50s	0	50s	0	50s	0	50s	4.84
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	4.09	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	4.23	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	3.43	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	3.52	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	3.65	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.94	10s	0
20s	2.67	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	3.03	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 29

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.08	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.09	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	2.08	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	2.08
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	1.91	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.91	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	2.03	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	1.76	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.82
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.76	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.52	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.47	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.55	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.53	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.27	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.30	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	1.25	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.27	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	1.06	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.12
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	1.12	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.13	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	1.15	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 30 v/cm Run order : 30

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	4.69	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	4.73	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	4.43	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	4.42	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	3.63	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	3.67	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	3.26	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	3.39	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	2.74	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.97	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.43	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	2.71	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 31

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.08	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.12	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.08	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.96	20s	0
30s	1.92	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.97
20s	0	20s	2.00	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.76	20s	0	20s	0	20s	1.84
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	1.69	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.93	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.77	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.82	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.53	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.57	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.21	10s	0
20s	1.19	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.22	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.22	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 32

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.06	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.12	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.11	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.98	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.93	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.09
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.12	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.87
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	1.68	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.91	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.95	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.76	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	1.83	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.52	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.56	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.25	10s	0
20s	1.23	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.21	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.22	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 33

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.06	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.14	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.11	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.96	20s	0
30s	1.83	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.97
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.01	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.78	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.83
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	1.81	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	1.93	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.95	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.87	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.56	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.54	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.52

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.23	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.21	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	1.19	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 30 v/cm Run order : 34

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	6.01	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	5.97	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	5.67	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	4.93	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	4.96	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	4.14	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	4.41	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	4.57

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	3.87
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	3.82	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	3.01	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	3.12	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 35

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.08	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.09	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	2.13	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.97	20s	0
30s	1.91	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	2.03
20s	0	20s	2.03	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	1.72	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.85
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.76	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.81	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.76	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.83	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	1.81
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.56	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	1.58	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	1.20	10s	0	10s	0	10s	1.21	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.24	20s	0
30s	1.23	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 20 v/cm Run order : 36

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	0.624	10s	0	10s	0	10s	0.617	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.629	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.591	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0.613	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.622	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.639	30s	0	30s	0	30s	0.623
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.636
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.552	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0.568	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0.576	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.565	30s	0	30s	0	30s	0.565	30s	0
40s	0.582	40s	0	40s	0	40s	0.578	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0.505	10s	0	10s	0	10s	0.517
20s	0	20s	0.511	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.496	50s	0
60s	0.493	60s	0	60s	0	60s	0.507	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.505
40s	0	40s	0.498	40s	0	40s	0	40s	0.513
50s	0	50s	0.513	50s	0	50s	0	50s	0.526
60s	0	60s	0.528	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.449
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.458
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.445	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.451	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.441	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.447	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.452	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.461	40s	0	40s	0.451	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0.459	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.465	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.358	40s	0	40s	0.379	40s	0	40s	0.376
50s	0.362	50s	0	50s	0.383	50s	0	50s	0.387
60s	0.365	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.379	40s	0	40s	0.381	40s	0
50s	0	50s	0.387	50s	0	50s	0.391	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0.308	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0.311	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.319	40s	0	40s	0.311	40s	0	40s	0.317
50s	0.323	50s	0	50s	0.318	50s	0	50s	0.324
60s	0	60s	0	60s	0.324	60s	0	60s	0.331

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0.317	40s	0	40s	0.318	40s	0
50s	0	50s	0.326	50s	0	50s	0.324	50s	0
60s	0	60s	0.331	60s	0	60s	0.331	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 82.5% 20 v/cm Run order : 37

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	2.05	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	2.08	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	2.11	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.13
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.93	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.94	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	2.11	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	2.04	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.84
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.73	30s	0	30s	1.76	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.80	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.88	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.69	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.73	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.79	40s	0	40s	0	40s	1.82	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.53	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.57

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	1.56	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	1.16	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.19	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	1.23	30s	0	30s	0	30s	1.20	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 30 v/cm Run order : 38

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	1.12	10s	0	10s	0	10s	0	10s	1.15
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	1.09	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	1.13	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.16	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	1.01	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	1.02	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.986
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	1.01
30s	1.02	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	1.03	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0.713	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0.832	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0.837	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.832
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.854
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.798	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0.748	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.714	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.752

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0.803	10s	0	10s	0	10s	0.800	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.786	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0.637	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.631	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.656	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.613	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.672
20s	0	20s	0.644	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.668	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0.653	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0.513	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.538	20s	0	20s	0.541	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.562	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.573	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.542	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.572	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.546	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ethanaol 95% 30 v/cm Run order : 39

0 min		1 min		2 min		3 min		4 min	
10s	1.20	10s	0	10s	0	10s	1.17	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	1.14	60s	0	60s	0

5 min		6 min		7 min		8 min		9 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.41	30s	0
40s	1.51	40s	0	40s	0	40s	1.69	40s	0
50s	1.81	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

10 min		11 min		12 min		13 min		14 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	1.05
40s	0	40s	1.05	40s	0	40s	0	40s	1.09
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

15 min		16 min		17 min		18 min		19 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	1.05	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	1.08	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

20 min		21 min		22 min		23 min		24 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.951	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.981	30s	0
40s	1.04	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.968	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

25 min		26 min		27 min		28 min		29 min	
10s	0	10s	0.986	10s	0	10s	0	10s	0.998
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0.958	60s	0	60s	0	60s	0.955	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30 min		31 min		32 min		33 min		34 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.849
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.876
40s	0	40s	0.823	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.874	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

35 min		36 min		37 min		38 min		39 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0.861
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0.882
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.882	60s	0	60s	0	60s	0

40 min		41 min		42 min		43 min		44 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.746
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0.743	60s	0	60s	0	60s	0

45 min		46 min		47 min		48 min		49 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0.743
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0.764
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0.748	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

50 min		51 min		52 min		53 min		54 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0.605	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0.619	30s	0	30s	0.643	30s	0
40s	0	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0	50s	0	50s	0	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0	60s	0	60s	0

55 min		56 min		57 min		58 min		59 min	
10s	0	10s	0	10s	0	10s	0	10s	0
20s	0	20s	0	20s	0	20s	0	20s	0
30s	0	30s	0	30s	0	30s	0	30s	0
40s	0.623	40s	0	40s	0	40s	0	40s	0
50s	0.663	50s	0	50s	0.633	50s	0	50s	0
60s	0	60s	0	60s	0.669	60s	0	60s	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



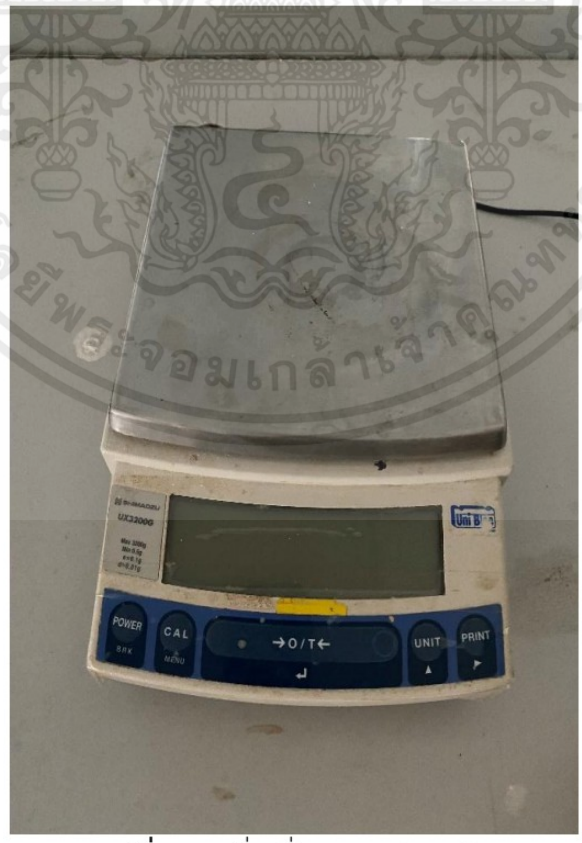
ภาคผนวก ค

เครื่องมือและอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ตู้อบแห้งแบบถาด (Tray dry)



รูปที่ ค.2 เครื่องชั่งแบบ 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

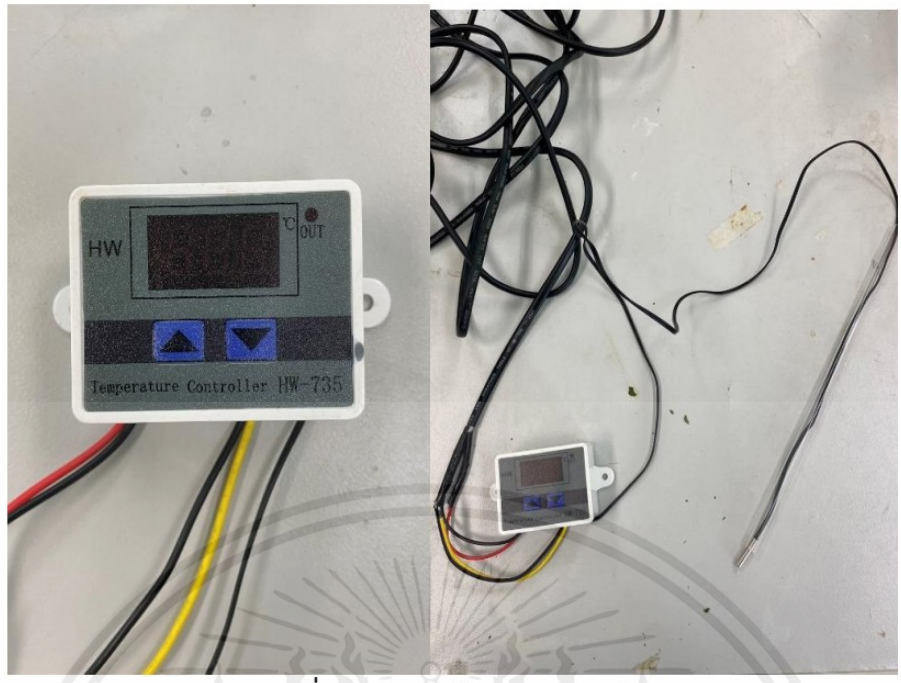


รูปที่ ค.3 เครื่องชั่งแบบ 4 ตำแหน่ง



รูปที่ ค.4 แหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ ค.6 แคลมป์มิเตอร์ในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.7 การต่อวงจรสำหรับกระบวนการสกัด



รูปที่ ค.8 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้